سلسلۂ نصابات علوم جامعۂ عثمانیہ

محکم کنکریٹ کی تجویز

جلد اوّل — نظریہ

مصنفہ

آسکر فیبر - او-بی-ای + ڈی - ایس سی + اے-سی-جی-آئی + وغیرہ

اور

پی-جی-بووی-اے-سی-جی-آئی + وغیرہ

مترجمہ

مولوی ضیاء الدین صاحب انصاری ایم-اے (عثمانیہ) بی ایس سی آنرز (مانچسٹر)

اسسٹنٹ انجینیر سررشتہ تعمیرات عامہ سرکار عالی

۱۳۵۵ھ م ۱۳۴۵ف م ۱۹۳۶ء

دارالطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

مضامین	صفحہ

مضامین	صفحہ

مضامین	صفحہ
شہتیروں کی جسامت کا اختلاف	۲۱۸
خالص فنی باتیں	۲۲۶
سہاروں کے بٹھاؤ کا اثر	۲۲۸
خمیدہ شہتیر	۲۳۰
داسے	۲۳۴
باب نہم	۲۳۶
سلیں	〃
خماؤ کے معیار	〃
سہارنے والے شہتیروں کے انصراف کا اثر	۲۴۳
جزی قوتیں اور چپک	۲۴۹
حصہ چہارم	۲۵۳
اطلاقات اور عام نوٹ	〃
باب دہم	〃
پن خزانے	〃
زور	۲۵۴
پن خزانے سطح زمین سے نیچے	۲۵۶
مدور پن خزانے	۲۵۸
مستطیلی پن خزانے - خماؤ کے معیار	۲۶۳
پن مینارہ	۲۶۶
پون معیار	〃

ضمیمہ اول

اس کے اندر لداؤ اور تثبیت کے مختلف حالات کے تحت شہتیر کی ریاضیاتی تحلیل سے بحث کی گئی ہے۔

ضمیمہ دوم

محکم کنکریٹ پر آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی دوسری رپورٹ (سنہ ۱۹۱۱ء)

مضمون صفحہ

اہم اشکال

علامات کی فہرست

طول، فاصلے، بوجھوں کی حدت، زور فی اکائی رقبہ اور مستقل

علامت	مطلب
ب	جفت کا بازو جو شہتیر میں تمنشی اور فشاری قوتوں سے بنتا ہے۔
ب ا	نسبت ب/ج
ض	مستطیلی شہتیر کا عرض
ض پ	پسلی کا عرض، T شہتیر میں
ض س	سل کا موثر عرض، T شہتیر میں
چ	پچکاؤ کے زور کی حدت
چ ک	پچکاؤ کے زور کی حدت کنکریٹ پر
چ ف	فولاد پر پچکاؤ (فشار) کے زور کی حدت
گ	شہتیر کی موثر گہرائی، شہتیر کی چوٹی سے تنشی احکام کے محور تک
گ ت	مجموعی گہرائی
گ س	سل کی مجموعی گہرائی T شہتیر میں
گ چ	پچکاؤ کے مرکز کی گہرائی فشار کے کنارے سے
ص	شہتیر کا انصراف
ز	خروج المرکز (کسی بوجھ کا)
ڑ	سطحوں کے مابین رگڑ یا چپک قوت کی اکائیوں میں فی اکائی رقبہ
گ	بلندی
ل	طول
ل	کسی شہتیر یا کمان کا موثر طول یا فصل
م	مقیاسی نسبت = ع د/ع ک یعنی کنکریٹ اور فولاد کے لچک کے مقیاسوں کی نسبت

علامت	مفہوم
نٔ	شہتیروں میں: تعدیلی محور کا فاصلہ شہتیر کے فشار کے کنارے سے
ن‌ا	تعدیلی محور کی نسبت = ن/ع
ف	فولاد کی فی صدیت ۔ یعنی ف = ۱۰۰ ا ر
د	دباؤ کی حدت فی اکائی طول یا رقبہ کسی سمت میں
ر	نصف قطر
س	فولاد کے رقبہ کی نسبت کنکریٹ کے رقبہ سے اکہرے محکم شہتیروں میں
ت	تناؤ کا زور (حدت)
تا	زوروں کی نسبت = ت/ق
و	وزن فی اکائی طول
و	وزن فی اکائی حجم
لا	افقی محدد (کسی نقطہ کا)
ما	انتصابی محدد (کسی نقطہ کا)

رقبے، حجم، معیار، مجموعی بوجھ، مجموعی قوتیں، اور مستقل

علامت	مفہوم
ا	مجموعی تراشی رقبہ (کسی ستون کا)
ال	طولی فولادی سلاخوں کا تراشی رقبہ ستون میں
اع	معادل رقبہ
اج	فشاری (پچکاؤ کے) احکام کا رقبہ شہتیروں میں
ات	تنشی احکام کا رقبہ شہتیروں میں
ک	شہتیروں میں معیار جمود ۔ یعنی صلابت کی پیمائش
ن	ستونوں میں معیارِ جمود ۔ یعنی صلابت کی پیمائش
ع	لچک کا مقیاس کسی شئے کا
عک	لچک کا مقیاس کنکریٹ کا (فشار میں)
عف	لچک کا مقیاس (فولاد کا)
رگ	مجموعی رگڑ دو سطحوں کے مابین

جاہ	جمود کا معیار اثر
ک	ایک مستقل جو مساوات م = ک ن ع عہ میں آتا ہے [دیکھو ضمیمہ (۱) شق (۱)]
م	خماؤ کا معیار
د	کسی دیے ہوے رقبہ پر مجموعی دباؤ
ز	مزاحمت کا معیار
س	شہتیر کا مجموعی ردّ عمل اس کے سہارے پر
ج	مجموعی جزی قوت
ت	مجموعی تنشی قوت
و	وزن یا بوجھ
وس	مُردہ بوجھ یا ساکن بوجھ
وم	مجموعی بوجھ
وح	زندہ بوجھ

زاویے، مستقل اور متفرق

عہ	کسی شہتیر یا ستون پر خماؤ کی وجہ سے پیدا شدہ ڈھال
مہ	رگڑ کی قدر
ا	زاویہ

محکم کنکریٹ کی تجویز

حصۂ اوّل

باب اوّل

عام اصول

مضمون کے کسی حصے میں گہرے جانے سے پہلے ہم پورے مضمون پر ایک عام نظر ڈالینگے۔

کنکریٹ ایک آمیزہ ہے سیمنٹ، ریت اور پتھر کا جس کو بھگو کر اور ملا کر پیکر پذیر بنا لیا جاتا ہے اور اس طرح یہ کسی بھی سانچے کی شکل اختیار کر سکتا ہے جس میں اس کو ڈال کر ٹھوکا جاتا ہے۔ عام طور پر ان اجزاء کا تناسب یہ ہے؛ چار حصے پتھر دو حصے ریت اور ایک حصہ سیمنٹ، سب حجم کے لحاظ سے۔ یہ تناسب عام ہے اگرچہ ہر صورت میں اس کی پابندی لازمی نہیں۔ کنکریٹ موافق حالات کے تحت بیٹھ جاتا ہے اور زمانہ کے ساتھ بتدریج سخت ہو کر بہت سی باتوں میں پتھر کے مانند ہو جاتا ہے۔

کنکریٹ کی ایک اہم خاصیت ہے جس کی وجہ سے اس کے احکام کی ضرورت لاحق ہوتی ہے اور وہ یہ ہے کہ اس کی تناؤ کی مضبوطی پچکاؤ کی

مضبوطی کی ایک چھوٹی سی کسر ہے (تقریباً $\frac{1}{10}$)۔ اس کی تناؤ کی مضبوطی نہ صرف کم ہے بلکہ قابل اعتبار بھی نہیں کیونکہ ایک اچانک دھکے سے یا ارتعاش سے یا جمنے اور خشک ہونے یا تپش کے آغاز کے دوران میں سکڑاؤ پیدا ہو جانے سے یہ بالکل مفقود ہو جا سکتی ہے۔ اس وجہ سے غیر مستحکم کنکریٹ کو صرف ایسے حالات کے تحت استعمال کیا جا سکتا ہے کہ کنکریٹ میں تناؤ کا زور نہ پیدا ہو۔ یہ بہت بڑی قید ہے جس کی وجہ سے کنکریٹ کو شہتیر یا گرڈر کے طور پر بالکل استعمال نہیں کیا جا سکتا اور اس کا استعمال محرابوں، پایوں اور جسیم تعمیروں تک محدود رہتا ہے مثلاً ٹھوس کٹے اور پشتہ دیواریں۔

کنکریٹ کو محکم کرنے کا اولین مقصد اس قید کو دور کرنا ہے اور یہ مقصد بس کامیابی کے ساتھ ایک علمی پائے پر حاصل ہوا ہے اس سے کنکریٹ کے استعمال کا میدان اتنا وسیع ہو گیا ہے کہ اب انجنیری میں شاید ہی کوئی تعمیر ہو جس میں اس کو فولاد یا چوبینے کی بجائے استعمال نہ کیا جا سکے۔ ذیل میں چند مثالیں گنائی جاتی ہیں جن سے اس بیان کی صداقت ظاہر ہو گی۔

ہر قسم کی بڑی عمارتیں مکمل مع فرش، شہتیر، گرڈر، کھم، بنیادی پایے، اور دیواریں۔

پل، محرابی قسم کے ہوں یا گرڈر کے۔

پشتہ دیواریں پتلی اور باکفایت۔

ین مینارے، حوض، ستون، ربائط، عرشہ بندی سمیت۔ بہت ہلکی ساخت کے آپ سہار ڈوکش جن میں مطلوبہ قائمیت کے لیے کوئی بالا تعمیر نہ قائم کی جائے۔

ان سب اور بہت سی اور قسموں کی تعمیروں میں اکثر صورتوں میں محکم کنکریٹ میں ذیل کے فوائد پائے گئے جو سابقہ مسالوں میں مفقود تھے۔

(۱) آتشزدگی کی مزاحمت۔

(۲) گلنے سڑنے اور موذیوں کے حملوں کی مزاحمت۔ اِن موذیوں کی مثالیں بحری تعمیروں میں جہازی ٹڈیڈ اور زمین کے اوپر دیمک اور دوسرے حشرات الارض ہیں۔ اس فہرست میں نوع انسان کو بھی داخل کیا جا سکتا ہے کیونکہ یہ کسی بھی قابل حمل ونقل چوبینے کو اکثر تباہ کر دیتے ہیں۔
(۳) صباغت یا اور کسی قسم کی داشت کے بغیر ہوا اور پانی کی مزاحمت۔
(۴) زمانے کے ساتھ مضبوطی کا بڑھتے جانا۔
(۵) ابتدائی لاگت کی کمی۔

یہ فائدے ظاہر ہے کہ اسی صورت میں حاصل ہونگے کہ تجویز کرنے اور اس پر عمل پیرا ہونے میں ہوشیاری برتی گئی ہو۔ اور ابتدائی لاگت کی کمی کی ذمہ داری بھی ہر صورت میں نہیں لی جا سکتی۔ پھر بھی اتنا ضرور ہے کہ جہاں کہیں اس کو اختیار کیا گیا ہے داشت وغیرہ ضروری نہ ہونے کی وجہ سے مجموعی لاگت یقیناً دوسرے مسالوں سے کم ثابت ہوئی ہے۔ یہ زمانہ تاجریت کا ہے اور اب یہ دستور ہے کہ بہترین مسالے کو بہترین طور پر محض اس لیے استعمال کیا جائے کہ وہ بہترین ہے۔ یہ یونان کی قدیم تہذیب کا خاصہ تھا اور موجودہ زمانے میں اس پر عمل نہیں ہوتا۔

ہمارے مسالے یعنی کنکریٹ کو مطلوبہ تناؤ کی مضبوطی بہم پہنچانے کے لیے فولادی سلاخیں کنکریٹ کے اندر اُن مقامات پر مدفون کی جاتی ہیں جہاں تناؤ کے زور پڑنے والے ہوں (مثلاً آزادانہ سہارے ہوئے شہتیر میں نچلی کور پر) اس عمل کو پابندی سے کرنا محکم کنکریٹ کی تجویز کا اصل اصول ہے اور اس کے بعد صرف احکام کی مقدار کا حساب لگانا باقی رہ جاتا ہے۔ لیکن یہ معلوم ہونا چاہیے کہ فولادی سلاخوں کو کنکریٹ کے اندر صرف دفن کرنے سے قابل اعتبار مرکب نہ حاصل ہوتا اگر خوش قسمتی سے دو باتیں نہ ہوتیں جن کو اس مسالے کے اول اول استعمال کرنے والوں نے محسوس نہیں کیا۔ ان دو باتوں میں پہلی بات یہ ہے کہ کنکریٹ ہوا میں جمتے وقت کسی قدر سکڑتا ہے اور فولادی سلاخ کے اطراف سکڑ کر اس پر اپنی گرفت اتنی مضبوط کر لیتا ہے

کہ اگر سلاخ میں کسی طرح کے کانٹے بلکہ کھردرا پن بھی نہ ہو تو بھی پھسلن واقع نہیں ہوتی۔ دوسری بات یہ ہے کہ فولاد اور کنکریٹ کے پھیلاؤ کی شرحیں تقریباً ایک ہی ہیں اس لیے تپش کے ہموار تغیر سے ان دونوں اجزا میں کوئی تپشی زور پیدا نہیں ہوتے۔

اگر خماؤ کے معیار سے پیدا ہونے والے وہ زور جن کو "کوروں کے زور" کہا جاتا ہے اِحکام کے ذریعے برداشت کیے جائیں تو معلوم ہوگا کہ ایک دی ہوئی جسامت کے رُکن پر بے خطر زور اتنا بڑھ جائیگا کہ اب جز سے پیدا ہونے والے ثانوی زوروں کو اہمیت حاصل ہو جائیگی اور اگر ان کے لیے بھی اِحکام نہیں کیا گیا تو ناکارگی واقع ہو سکتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک شہتیر پر غور کرو جو سروں پر سہارا ہوا ہے (شکل ۱)۔ اگر یہ غیر محکم ہو تو خماؤ کے معیار سے تناؤ کور کے زور کی وجہ سے اِس مقام پر کنکریٹ جواب دے دیگا (۱ و)۔ مناسب اِحکام سے اس کا تدارک ہو سکتا ہے (۱ ب)

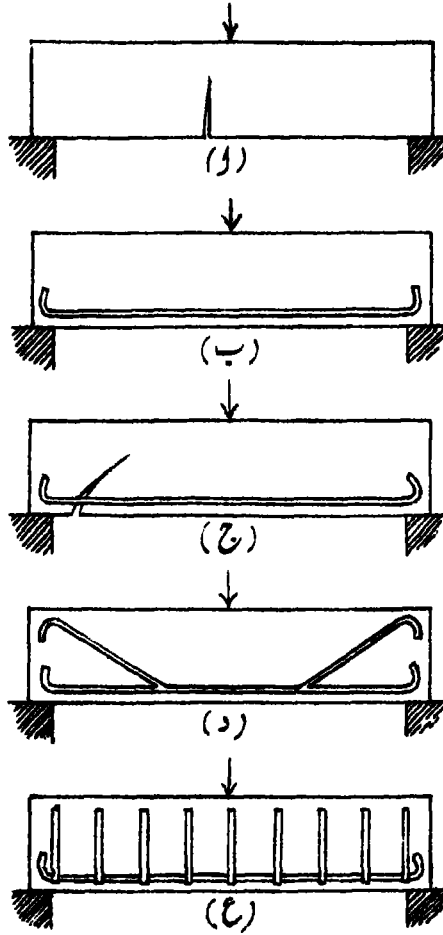
اگر اس طرح سے بے خطر بوجھ ایک تناسب حد تک بڑھ جائے تو سروں کے قریب مائل ستونوں میں کے تناؤ کے زور سے ناکارگی واقع ہوگی (ا ج)۔ اس کا تدارک اس طرح ہو سکتا ہے کہ اِن ستونوں پر بھی اِحکام کیا جائے اور اس کی صورت یہ کہ چند سلاخوں کو سروں پر موڑ دیا جائے (ا د) یا انتصابی اِحکام کا انتظام کیا جائے جن کو عام طور پر رکابیں کہا جاتا ہے (ا ع) یا ان طریقوں کا مجموعہ لیا جائے۔

اگر شہتیر متعدد سہاروں کے اوپر مسلسل ہو جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے تو اس کو ذیل کے دو طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ پر تجویز کیا جاتا ہے:۔

(ا) بطور ایک مسلسل شہتیر کے جس میں تناؤ شہتیر کے بالائی حصے میں سہاروں کے قریب واقع ہوگا۔ اور اس کے موزوں اِحکام کی ضرورت ہوگی۔

(ب) بطور متعدد غیر مسلسل شہتیروں کے جن میں سہاروں پر کا منفی خماؤ کا معیار حسابات میں نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔

دوسری صورت میں کنکریٹ کے تناؤ کا مقابلہ نہ کر سکنے کی وجہ سے

شہتیر کے بالائی حصے میں سہاروں پر تڑق واقع ہوگی۔

شکل ۱۔ شہتیر کے احکام میں ارتقا کے مدارج

ان طریقوں میں کون سا طریقہ قابلِ ترجیح ہے یہ کسی خاص صورت کے حالات پر منحصر ہے۔ طریقہ (ب) آہنکاری میں ہمیشہ اختیار کیا جاتا ہے اور اس طریقے کا استعمال محکم کنکریٹ میں اس وقت مناسب ہے جب اس کا امکان ہو کہ سہارے غیر مساوی طور پر نیچے دھسیں۔ طریقہ (ا)

مسالے کے لحاظ سے عام طور پر زیادہ باکفایت ہوتا ہے اس لیے جہاں بھی اس کا استعمال جائز ہو استعمال کیا جاتا ہے بلکہ ایسی صورتوں میں بھی استعمال کیا جاتا ہے جن میں مصنف کی رائے میں طریقہ (ب) زیادہ محفوظ ہے۔

طریقہ (ا) میں ایک موزوں اور باکفایت انتظام یہ کیا جاتا ہے کہ موڑی ہوئی سلاخوں کے ذریعے جز اور سہاروں کے اوپر کے منفی خماؤ کے معیار دونوں کی رعایت رکھی جائے جیساکہ شکل ۲ میں ہے۔ اس میں ایک تمثیلی شہتیر دکھایا گیا ہے جس کا احکام تسلسل کے لحاظ سے کیا گیا ہے۔ مگر یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مسلسل شہتیر کو تجویز کرنا آسان کام نہیں کیونکہ لداؤ کے بہت سے حالات کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے۔

جب شکل (۲) میں بیچ کا خانہ پورا لد جائے تو سلاخیں ا اور ب خماؤ کے معیار سے پیدا ہونے والے تناؤ کے زوروں کو برداشت کرنے کے لیے کافی ہونگی۔ لیکن اس صورت پر بھی غور کرنا ہے جبکہ دایاں خانہ اور بایاں خانہ لدے ہوئے ہوں اور بیچ کا خانہ خالی ہو۔ تھوڑے سے غور سے معلوم ہوگا کہ اس صورت میں تناؤ شہتیر کے نچلے پہلو کی بجائے اوپر کے پہلو میں واقع ہوسکتا ہے اور سلاخوں ج کو ان زوروں کا مقابلہ کرنا ہوگا۔ اس منفی خماؤ کے معیار کے خلاف جو فصل کے وسط میں اوپر کے پہلو میں تناؤ پیدا کریگا فرش کے ساکن وزن کا عمل ہوگا اس لیے ظاہر ہے کہ سلاخوں ج کی تجویز آسان نہیں۔ جب بظاہر ان کی ضرورت نہ ہو یعنی جب وسط میں اوپر کے پہلو میں تناؤ کی توقع نہ ہو تب بھی ان کی موجودگی مناسب ہے کیونکہ کنکریٹ ڈالتے وقت صدر سلاخوں اور رکابوں کو ثابت کرنے کے لیے یہ بہت کارآمد ہیں اور رکابوں کے بالائی سروں کو اچھی طرح جوڑ دیتے ہیں اور اس کی بڑی اہمیت ہے جیسا کہ آگے چل کر معلوم ہوگا۔ (صفحہ ۱۰۷)۔

مسلسل شہتیروں کی تجویز کی مکمل بحث باب ۸ میں کی جائیگی۔

اگر ہم اس اصول کی سختی کے ساتھ پیروی کریں کہ احکام کا اولین مقصد مسالے کی تناؤ کی مضبوطی میں اضافہ کرتا ہے تو ظاہر ہے کہ جو ستون

سلاخیں ج

صدر شہتیر

سلاخیں ب

سلاخیں ا

ثانوی شہتیر

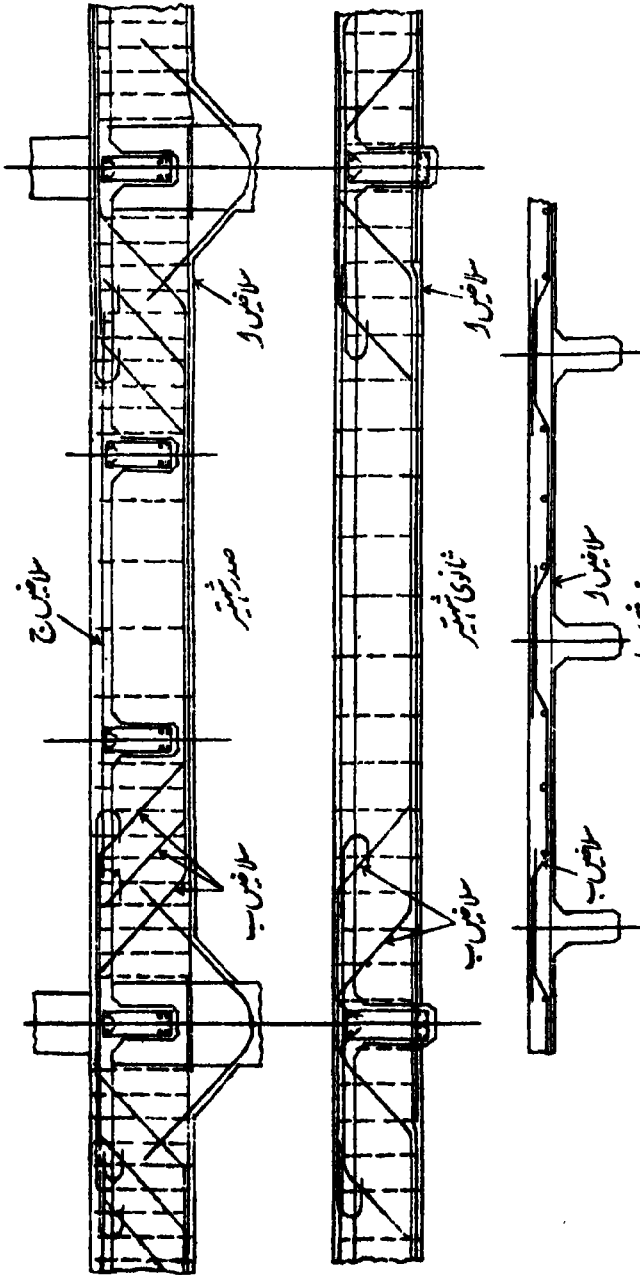
سلاخیں ب

سلاخیں ا

سلاخیں ب

سلاخیں ا

فرشی سِل

شکل ۷-۲ مسلسل شہتیر میں احکام کا تمثیلی انتظام

محوراً لدے ہوئے ہوں اُن میں احکام کی ضرورت نہیں۔ اور اس کتاب کے مصنفوں کی بھی رائے ہے کہ بہت سی صورتوں میں اِحکام سے ستون کی مضبوطی میں کوئی قابلِ لحاظ اضافہ نہیں ہوتا۔

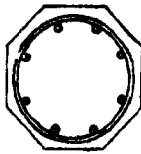
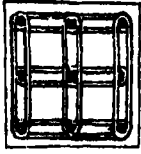
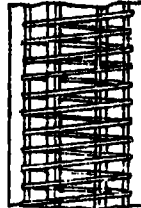
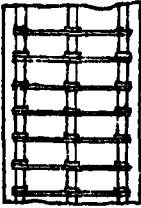
لیکن عام طور پر ہوتا یہ ہے کہ ستون شہتیر کے ساتھ استوارانہ جڑا ہوا ہوتا ہے اور شہتیر پر لداؤ اس طرح کا ہوسکتا ہے کہ ستون پر بوجھ خارج المرکزی طور پر پڑے۔ اس صورت میں ستون کے اندر طولی فولاد کی ضرورت ہو گی تاکہ ایک طرف پیدا ہونے والے تناؤ کا مقابلہ کر سکے۔ نیز یہ بھی ظاہر ہے کہ کسی ستون میں طولی اِحکام ہو تو وہ صدمے یا اتفاقی جانبی دھکے کا زیادہ اچھی طرح مقابلہ کر سکیگا۔

یہ بھی ہے کہ اگر ایک عمارت متعدد منزلوں کی ہو تو نچلے طبقوں میں ستونوں کو بھاری بوجھ برداشت کرنے کی ضرورت ہوتی ہے اور اگر صرف کنکریٹ پر حصر کیا جائے تو ستونوں کی تراشش بہت بڑی ہوجائیگی بعض صورتوں میں اتنے بڑے ستون فنِ عماریات کے لحاظ سے یا کسی اور لحاظ سے قابلِ اعتراض ہوتے ہیں تو ان کا اِحکام ضروری ہو جاتا ہے تاکہ ایک چھوٹی تراشش اس بوجھ کو برداشت کر سکے۔ اس اِحکام کے دو طریقے ہیں جن میں سے کوئی ایک اختیار کیا جاسکتا ہے :-

(ا) طولی فولاد کی بہت بڑی مقدار استعمال کی جائے۔ اس کو تھوڑے تھوڑے فاصلے سے بندش کی ضرورت ہوگی ورنہ سلاخیں فرداً فرداً خمیا کر ستون کو پھوڑ ڈالینگی۔ شکل (۳۔۱) میں اس طریقے کی مثال دی گئی ہے۔

(ب) ستون کے گرد ایک مرغولہ دار بندش دی جائے جس کی تجویز اس مقصد سے کی جاتی ہے کہ انتصابی دباؤ کے تحت کنکریٹ کے عرضی پھیلاؤ کو روکے۔ یہ پایا گیا ہے کہ اس طرح کے مرغولے کی مدد سے کنکریٹ کی انتصابی دباؤ کی برداشت کی طاقت میں قابلِ لحاظ اضافہ ہوجاتا ہے۔ اس مرغولے کے علاوہ تھوڑا انتصابی فولاد بھی ضرور استعمال کیا جاتا ہے اور اس کا مقصد یہ ہے کہ کنکریٹ کو متصل مرغولوں کے

درمیان پھولنے سے روکے اور نیز خارج المرکز لداؤ کی وجہ سے یا صدمے اور اتفاقی جانبی دھکے کی وجہ سے کوئی تناؤ پیدا ہو تو اس کو برداشت کرے۔ اس احکام کی مثال شکل ۳ (ب) میں دی گئی ہے۔ یہ ستون عموماً مدور یا ثمن (ہشت پہلو) بنایا جاتا ہے۔ مرغولے کے باہر کے کنکریٹ کی طاقت کو محسوب نہیں کیا جاتا کیونکہ انتہائی بوجھ پڑنے سے بہت پہلے یہ جھڑ جائیگا۔ اسی لیے مرغولے کے باہر کنکریٹ کی مقدار کم سے کم یعنی اتنی ہی رکھنی چاہیے جو آتشزدگی وغیرہ کی مزاحمت کے لیے ضروری ہو۔

(ب) (ا)

شکل ۳۔ ستونوں کا احکام

ستونوں کی مضبوطی پر باب ۵ میں بحث کی گئی ہے۔

مسالے

فولاد

فولاد کے خواص اتنے عام طور پر معلوم ہیں کہ ان کا ایک سرسری بیان کافی ہوگا۔ سب میں زیادہ کثرت سے استعمال ہونے والا مسالہ کم از کم یورپ میں تجارتی نرم فولاد ہے۔ اس کی انتہائی مضبوطی کم سے کم ساٹھ ہزار پونڈ فی مربع انچ لچک کی حد کم سے کم ۳۲ ہزار پونڈ فی مربع انچ، اور قطر کے ۸ گنے طول میں اقل تطویل ۲۲ فیصد یا ۸ گنے طول میں ۲۷ فی صد ہونی چاہیے۔ نیز فولاد کو اس قابل بھی ہونا چاہیے کہ اپنے قطر کے گرد سرد موڑا جا سکے اور شکستگی کی علامات ظاہر نہ ہوں۔ اس طرح کے نرم فولاد کو نقصان کے بغیر سرد موڑ کر ان شکلوں میں لایا جا سکتا ہے جو کنکریٹ کاری کے لیے درکار ہوں۔ اس فولاد کے لیے بے خطر تناؤ کا زور ۱۶ ہزار پونڈ فی مربع انچ لیا جاتا ہے۔ البتہ اگر زور میں شدید تغیرات کا احتمال ہو یا تعاکس کا تو مضبوطی اس سے کم لینی چاہیے۔ دیکھو صفحہ ۲۵ -

محکم کنکریٹ کے بنے ہوئے ارکان میں پایا جاتا ہے کہ جب فولاد کا نقطۂ مغلوبیت پہنچ جاتا ہے تو تطول اتنا زیادہ ہوجاتا ہے کہ بڑی ترڑق پڑجاتی ہے اور اس سے نہ صرف بدنمائی پیدا ہوتی ہے بلکہ اِحکام کے کھلے ہوجانے کی وجہ سے زنگ آلودگی کا امکان پیدا ہوجاتا ہے۔ شہتیروں کی صورت میں تناؤ کے ارکان کے اس بڑھے ہوئے تطول کی وجہ سے تعدیلی محور پچکاؤ کے پہلو کی طرف بڑھتا ہے۔ اس سے پچکاؤ کا رقبہ گھٹ کر پچکاؤ کی حدت بڑھ جاتی ہے۔ اس لیے تجربہ ہے کہ شہتیروں کی صورت میں اگر فولاد کنکریٹ کے ساتھ مناسب تناسب میں ہو تو کنکریٹ کی پچکاؤ کی وجہ سے ناکارگی اس وقت واقع ہوتی ہے جبکہ تناؤ کے فولاد کا نقطۂ مغلوبیت آجائے۔

ان وجوہ سے فولاد کی لچک کی حد اس کی انتہائی مضبوطی سے زیادہ اہمیت رکھتی ہے اور قدرِ سلامتی کو لچک کی حد کے حوالے سے لینا چاہیے نہ کہ انتہائی مضبوطی کے۔ اس سے معلوم ہوگا کہ اگر فولاد کی لچک کی حد ۳۲ ہزار اور عملی زور ۱۶ ہزار ہو تو حقیقی قدرِ سلامتی ۲ ہے نہ کہ ۴ جیسا کہ عام طور پر بیان کیا جاتا ہے۔ اگر قدرِ سلامتی مسالے کے انتہائی زور اور عملی زور کی نسبت سمجھی جائے تو اس سے بالکل نہیں معلوم ہوگا کہ تعمیر کو شکستگی کے بغیر کتنا بیش بار کیا جاسکتا ہے۔

آہن کاری کی تعمیروں کے لیے بھی یہ صحیح ہے۔ اگر ایک جالی دار گرڈر ریٹائے ہوئے جوڑوں کا ۱۶ ہزار کے زور کے واسطے تجویز کیا جائے اور ایسے مسالے کا بنایا جائے جس کا نقطۂ مغلوبیت ۳۲ ہزار اور انتہائی زور ۶۴ ہزار ہو تو معلوم ہوگا کہ اگر تجربے کے لیے اس کا امتحان کیا جائے تو قدرِ سلامتی ۲ سے کچھ ایسی زیادہ نہیں ہوگی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ جب ایک بار نقطۂ مغلوبیت پہنچ گیا تو شکل کا بگاڑ اتنا زیادہ ہوجاتا ہے کہ جوڑوں پر شدید ثانوی زور پیدا ہوجاتے ہیں۔ حال کے تجربات جو پچکاؤ کے چنے ہوئے فولادی ارکان پر کیے گئے ہیں اُن سے بھی ثابت ہوتا ہے کہ نقطۂ مغلوبیت واقع ہوتے ہی ناکارگی پیدا ہوجاتی ہے۔ دونوں صورتوں میں

گرڈر کا انصراف اتنا ہوتا ہے کہ عملی طور پر اس کو جائز نہیں رکھا جاسکتا۔

لچک کی حد کی اس اہمیت کی وجہ سے بعض کارخانے خاص کر امریکہ میں ایک ایسا فولاد استعمال کرتے ہیں جس کی لچک کی حد تجارتی نرم فولاد سے بہت زیادہ ہوتی ہے۔ یہ اس طرح حاصل ہوتی ہے کہ فولاد میں کاربن کا جزو زیادہ کر دیا جائے۔ یہ بات نرم فولاد کو بیش فساد کرنے سے بھی حاصل ہوتی ہے چنانچہ تار، کشیدہ دھات اور بل دار فولاد میں لچک کی حد اور انتہائی مضبوطی خاصی بڑھ جاتی ہیں۔ لیکن اس اضافہ کے ساتھ تمدد میں کمی واقع ہوتی ہے اور مسالا زیادہ پھوٹک ہو جاتا ہے۔

مثلاً جولائی ۱۹۱۱ء میں امتحان مسالہ جات کی امریکی انجمن نے احکام میں استعمال ہونے والے نرم فولاد اور سخت فولاد کے متعلق اپنا تبصرہ شایع کیا۔ نرم فولاد کے لیے خماؤ کا امتحان سلاخ کے قطر کے گرد تھا اور سخت فولاد کے لیے سادہ سلاخوں کے تین قطروں کے گرد اور مسخ شدہ سلاخوں کے چار قطروں کے گرد تھا۔ اس سے پھوٹک پن کا صاف پتہ چلتا ہے۔ نیز یہ امر بھی مشکوک ہے کہ لچک کی حد کا یہ اضافہ دائمی ہوتا ہے اور ارتعاش اور صدمات سے کم نہیں ہو جاتا۔

اگر کوئی خاص صورت پیش نظر ہو تو یہ دیکھنا چاہیے کہ پھوٹک پن کا یہ اضافہ خطرناک ہے یا کیا اور اس کا تصفیہ مطلوبہ خماؤ کی نوعیت سے اور کسی قدر آب و ہوا سے ہوگا کیونکہ سلاخیں کہر کے موسم میں زیادہ آسانی سے ٹوٹ جاتی ہیں۔

اس کتاب کی تمام مثالوں میں نرم فولاد کا استعمال فرض کیا گیا ہے اور عملی زور زیادہ سے زیادہ ۱۶ ہزار لیا جائیگا۔

فولاد کی لچک کی قدر 30×10^{6} پونڈ فی مربع انچ اور تپش کے ساتھ پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۰۰۱۲ء فی درجہ مئی یا ۰۰۰۰۰۶۶ء فی درجہ فارن ہیٹ ہے۔

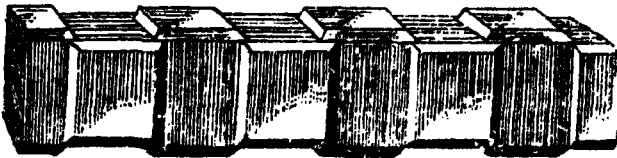
سلاخ کی سب میں عام تراش گول ہے ان کا قطر سلوں میں $\frac{5}{16}$ انچ سے $\frac{5}{8}$ انچ تک اور شہتیروں میں $\frac{3}{4}$ انچ سے $1\frac{1}{2}$ انچ تک ہوتا ہے۔

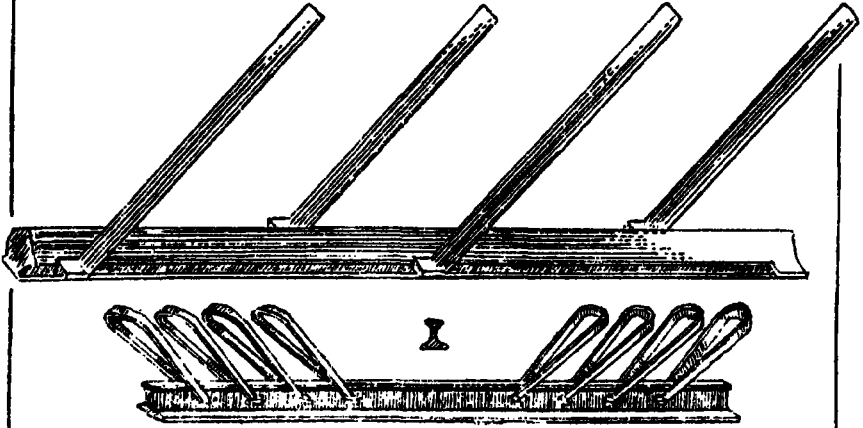
سلاخوں کے اوپر پپڑی کی موجودگی خطرناک ہے اور اس کو جھڑا دینا چاہیے لیکن زنگ کی باریک سی تہ نقصان رساں نہیں کیونکہ اس کے کھردرے پن کی وجہ سے فولاد اور کنکریٹ کے درمیان چپک بڑھ جاتی ہے۔

بازار میں اِحکام کے لیے بہت سی پیٹنٹ سلاخیں ہیں اور ان کا مقصد ذیل میں سے کوئی ایک ہوتا ہے۔

(۱) سلاخ کے اوپر پسلیاں بنا کر یا گڑھے کر کے فولاد اور کنکریٹ کے درمیان چپک زیادہ کی جائے اس کی زیادہ مشہور مثال مقفّل سلاخ اور بلدار سلاخ ہے (شکل ۲)۔

ہر صورت میں یہ دیکھ لینا چاہیے کہ آیا مطلوبہ چپک سادہ گول سلاخوں سے حاصل ہو سکتی ہے یا نہیں۔

ان پیٹنٹ سلاخوں میں سے بعض میں عملی خرابیاں ہوتی ہیں جن کی وجہ سے اُن کا فائدہ زائل ہو جاتا ہے ان خرابیوں میں سے ایک یہ ہے کہ یہ ذرا مشکل ہو جاتا ہے کہ کنکریٹ سلاخوں کے درمیان کے ہر جوف کو بھر دے (یہ قسم (۲) کی بھی بعض سلاخوں میں ہوتا ہے) اور دوسری خرابی یہ ہے کہ سلاخوں کو کڑیاں پہنانا مشکل ہو جاتا ہے مسخ شدہ سلاخوں کی صورت میں کڑیوں کو ذرا ڈھیلا رکھا جاتا ہے تاکہ اُبھرے ہوئے حصوں پر سے بھی گزر سکیں لیکن ڈھیلی کڑیاں قابلِ اعتراض ہیں۔

شکل ۲۔ پیٹنٹ سلاخوں کے نمونے جن کا مقصد چپک میں اضافہ کرنا ہے

(۲) رکابوں اور صدر سلاخوں کے درمیان خاص رابطے پیدا کرنا۔

شکل ۵۔ پیٹنٹ سلاخوں کے نمونے جن کا مقصد جزکی مزاحمت میں اضافہ کرنا ہے

اس قسم کا سب میں مشہور نمونہ وہ ہے جو کان (Kahn) کہلاتا ہے۔اس میں سلاخ کی تراش مربع ہوتی ہے اور اس میں دو طولی طفف ہوتے ہیں جن کو کتر کر ۴۵ کے زاویے پر موڑ دیا جاتا ہے (شکل ۵)۔

پولمان (Pohlman) سلاخ میں کرڑی والی تراش استعمال کی جاتی ہے۔ جزی ارکان حلقوں پر مشتمل ہوتے ہیں جن کو کرڑی یعنی صدر سلاخ سے چابی کے ذریعے ملایا جاتا ہے۔چابی پہیئے کے سوراخوں کے ذریعہ سے بندش پیدا کرتی ہے۔

ہر خاص صورت میں یہ دیکھنا چاہیے کہ آیا جو جزی احکام ان پیٹنٹ سلاخوں سے حاصل ہوتا ہے یہی اس طرح نہیں حاصل ہو سکتا کہ تناؤ کے احکام کے ایک حصے کو شہتیر کے سروں کے قریب موڑ دیا جائے اور معمولی رکابیں استعمال کی جائیں۔

اس کتاب کی تمام مثالوں میں معمولی تجارتی تراش فرض کی جائیگی۔

سیمنٹ

چونکہ محکم کنکریٹ میں کنکریٹ کی پوری مضبوطی سے فائدہ اٹھایا جاسکتا ہے اس لیے چاہیے کہ سیمنٹ بہترین قسم کا استعمال کیا جائے۔ مختلف سیمنٹوں کی قیمتوں میں کچھ ایسا فرق نہیں لیکن قیمت کے ذرا فرق سے کنکریٹ کی مضبوطی وغیرہ میں بہت فرق ہو جاتا ہے۔ اس لیے خراب سیمنٹ استعمال کرنے میں کوئی کفایت نہیں۔

برطانوی معیاری تخصیص ۱۹۱۰ء کا ہر خصوص میں تاکید کے ساتھ خیال رکھنا چاہیے۔ لیکن چونکہ اس تخصیص میں سیمنٹ کی جو مضبوطی چاہی گئی ہے اُس سے زیادہ مضبوط سیمنٹ بھی آسانی سے مل سکتا ہے اس لیے بہتر ہے کہ تناؤ کا زور خالص سیمنٹ کی صورت میں بقدر ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے اور ۳:۱ ریت کے معیاری اینٹے[1] کی صورت میں بقدر ۴۰ پونڈ فی مربع انچ کے بڑھا دیا جائے۔

خاص صورتوں کے سوا محکم کنکریٹ کے تمام کاموں میں دیر سے جمنے والا سیمنٹ استعمال کیا جائے۔ اس کا بہت خیال رکھنا چاہیے کہ جمنا شروع ہو جانے کے بعد کنکریٹ کو ہرگز ہلایا جلایا نہ جائے اور کوئی ارتعاش نہ پیدا ہونے دیے جائیں۔ جلد جمنے والے سیمنٹ کے متعلق یہ معلوم ہونا چاہیے کہ اس کی تیزی صرف جمنے سے متعلق ہے سخت ہونے سے نہیں۔ ایک یا دو دن کے بعد دیر سے جمنے والے سیمنٹ کے کنکریٹ کی بھی وہی مضبوطی ہوتی ہے جو جلدی جمنے والے سیمنٹ کے کنکریٹ کی۔ دوار بھٹی کی سیمنٹ میں عام طور پر مضبوطی دوسری سیمنٹ سے جلد تر پیدا ہو جاتی ہے۔

کنکریٹ

دیے ہوئے مسالوں سے بہترین کنکریٹ بنانا ایک علیحدہ فن ہے جس کی خود ایک وسیع کتابیات ہے جو اس کتاب کی وسعت سے باہر ہے۔

[1] Briquettes

یہاں صرف چند نمایاں نکات بیان کیے جاتے ہیں۔

یہ بلا تامل کہا جا سکتا ہے کہ ریت اور پتھر کا انتخاب اور صحیح تناسب اتنا اہم ہے کہ سیمنٹ کے ایک ہی تناسب کے لئے عمدہ اور خراب کنکریٹ کی مضبوطیوں میں ۰۰ ا فیصد کا فرق ہو سکتا ہے۔

ریت کی یہ تعریف کی گئی ہے کہ یہ گِٹّی کے (جو بجری یا پتھر کا چورا ہو سکتا ہے) وہ ذرات ہیں جو $\frac{1}{4}$ انچ کے سوراخ والی چھلنی میں سے گزر جائیں۔

ا۔ ذرات مدارج کے ہوں یعنی $\frac{1}{4}$ انچ قطر سے لے کر بہت باریک ذرے تک ہر جسامت کے ہوں۔ اکثر پایا گیا ہے کہ ریت میں $\frac{1}{4}$ انچ سے $\frac{1}{8}$ انچ قطر تک کے ذرّات مفقود ہوتے ہیں۔ اگر یہ نقص دور ہو جائے تو مضبوطی میں خاص اضافہ ہو۔

۲۔ بہت باریک ذرات کا تناسب بہت زیادہ نہ ہو مثلاً "سیم ریگ" اتنی باریک ہوتی ہے کہ بہت سا سیمنٹ استعمال کیے بغیر مضبوطی نہیں پیدا ہوتی۔

ریت میں اتنی سیمنٹ ملائی جائے تاکہ ریت کے ذرات باہم اور گردوپیش کی گِٹّی سے پیوست ہو جائیں۔ اس کے لیے ضروری ہے کہ تمام سطحیں سیمنٹ سے لپ جائیں۔ اس لیے ریت اور گِٹّی جتنے باریک ہونگے سیمنٹ اُتنی ہی زیادہ درکار ہوگی اور پانی بھی اتنا ہی زیادہ درکار ہوگا۔

۳۔ ریت صاف یعنی مٹی اور گرد اور خاص طور پر نباتی اور نامیاتی ملاوٹ سے پاک ہونی چاہیے۔ ایک موٹا سا امتحان یہ ہے کہ تھوڑی سی بھیگی ہوئی ریت کو ہتھیلی پر ملا جائے۔ اگر کوئی بھورا یا خاکی دھبا ہتھیلی پر نہ لگے تو ریت صاف ہے۔ اس سے بہتر ایک امتحان یہ ہے کہ ایک گلاس میں تھوڑی ریت پانی میں ہلائی جائے۔ ریت فوراً تہ نشین ہو جائیگی مٹی دیر سے ہوگی اور مٹی کا تناسب فوراً معلوم ہو جائیگا۔ ریت کی

۲ انچ موٹی تہ میں مٹی ½ انچ سے ہرگز موٹی نہ ہونی چاہیے۔
اگر اس کا یقین نہ ہو کہ ریت مٹی سے بالکل پاک ہے تو اس کو دھولینا چاہیے لیکن اس طرح کہ دھلنے میں باریک ذرات نہ گر جائیں۔
اکثر ریتوں میں مٹی کا تھوڑا جزو شامل رہنے سے کنکریٹ کی کثافت، آب بندی اور مضبوطی سب میں اضافہ ہوتا ہے۔
بعض تجربوں سے پتہ چلتا ہے کہ نامیاتی ملاوٹیں خاص طور پر نقصان رساں ہیں۔ ایک صورت بیان کی گئی ہے جس میں ۳ : ۱ اچھی ریت کی ۵ فیصدی نامیاتی ملاوٹ کی وجہ سے ایک مہینے کی تناؤ کی مضبوطی ۲۰۱ پونڈ فی مربع انچ سے گھٹ کر ۹۳ پونڈ فی مربع انچ ہو گئی۔
اگرچہ کاویدہ مسالے میں سیپیاں گھونگے اکثر ہوتے ہیں لیکن ان سے بچنا چاہیے کیونکہ خالی خول عموماً کنکریٹ سے اچھی طرح نہیں بھر سکینگے اور خراب خلا رہ جائینگے۔
۴۔ گول ریت پر نوکدار ریت کو ترجیح ہے۔ بعض لوگوں کا خیال ہے کہ کندہ ریگ، کاویدہ ریت یا ساحل کی ریت سے زیادہ نوکدار ہوتی ہے لیکن اس کی کوئی ارضیاتی وجہ نہیں بلکہ واقعہ یہ ہے کہ یہ اُس گڑھے پر موقوف ہے جس سے ریت لی گئی ہے۔
گٹی ——— گٹی عموماً توڑے ہوئے پتھر پر مشتمل ہوتی ہے۔ اس کا چھوٹے سے چھوٹا دانہ ¼ انچ کے سوراخ میں سے نہیں گزرنا چاہیے اور بڑے سے بڑا دانہ سلاخ اور قالب یا سلاخ اور سلاخ کے درمیان کے اقل فاصلے سے کم ہونا چاہیے ورنہ کنکریٹ آسانی سے پوری جگہ کو پُر نہیں کر سکیگا۔ شہتیروں کے لیے اعظم قیمت ¾ انچ اور سلوں یا پتلی دیواروں کے لیے ½ انچ لی جاتی ہے۔ البتہ بڑے کاموں میں اس جسامت کو تھوڑا بڑھانے سے فائدہ ہوتا ہے کیونکہ اگر دانوں کی درجہ بندی اچھی ہوئی ہو تو یہ پایا گیا ہے کہ کنکریٹ کی مضبوطی بڑے دانوں کی جسامت کے ساتھ بڑھتی ہے۔

۱۔ دانے عمدہ درجہ بندی کے ہوں (ریت کی طرح)۔
۲۔ دانے نوکدار ہوں گول نہ ہوں۔ چنانچہ ایک مہینے کی مضبوطی کا لحاظ کرتے توڑی ہوئی گٹی سے گول سنگریزوں کی نسبت زیادہ اچھے نتائج حاصل ہوتے ہیں۔ زمانہ گزرنے پر کچھ زیادہ فرق باقی نہیں رہتا۔ تاہم ایک دو مہینے کی مضبوطی ہے جس کو بہت اہمیت ہے۔
۳۔ سطح کھردری ہو چکنی نہ ہو۔ اس طرح سنگ خارا' چقماق کی نسبت بہت زیادہ مضبوطی پیدا کرتا ہے۔
۴۔ پتھر کی مضبوطی عمدہ ہونی چاہیے۔ اینٹ کا کنکریٹ' پتھر یا گٹی کے کنکریٹ سے بہت ادنیٰ درجے کا ہوتا ہے۔
اینٹ کے کنکریٹ کے ایک نمونے کو توڑا جائے تو شکستگی اینٹوں کی ممکنہ مقدار میں واقع ہوتی ہے لیکن پتھر کے کنکریٹ میں شکستگی پتھروں کے درمیان کی گچی میں واقع ہوتی ہے۔ اس سے ثابت ہوتا ہے کہ پتھر کی مضبوطی گچی سے زیادہ ہے اور اینٹ کی مضبوطی گچی سے کم۔ نیز اس پر غور کرنا چاہیے کہ اینٹ کے اندر جو پانی کی بڑی مقدار جذب ہوتی ہے اس کے ساتھ کچھ سیمنٹ بھی تو نہیں جذب ہو جاتی۔
۵۔ پتھر کو گندھک اور دوسرے ایسے مادوں سے بالکل پاک ہونا چاہیے جو ہوا کے اجزا سے مل کر فولاد کو زنگ لگا دے یا خود تحلیل ہو جائے اسی وجہ سے سلیکائی پتھر کو چونا پتھر پر ترجیح ہے اگرچہ چونا پتھر امریکہ میں بہت کثرت سے استعمال ہوتا ہے۔ جلے کوئلے کا کنکریٹ خطرناک ہے کیونکہ اس میں گندھک کا تھوڑا جزو ہوتا ہے اور اس کی وجہ سے کنکریٹ میں خاصا پھیلاؤ ممکن ہے۔ اس کے علاوہ جلے کوئلے کے کنکریٹ کی مضبوطی ناکافی ہوتی ہے لیکن جلے کوئلے کا کنکریٹ گٹی سے بنے ہوئے کنکریٹ کی نسبت آگ کی زیادہ مزاحمت کرتا ہے کیونکہ گرمی سے چقماق کے پھوٹ جانے کا احتمال ہے۔ نیز جلے کوئلے کے کنکریٹ میں کیلیں جڑی جا سکتی ہیں' گٹی کنکریٹ میں نہیں۔

جلے کوئلے کو کوک چورے سے تمیز کرنا چاہیے جس میں اکثر ان جلے کوک یا پتھر کے کوئلے کی ایک کثیر مقدار ہوتی ہے۔ یہ مقدار بعض وقت اتنی زیادہ ہوتی ہے کہ اگر شدید حرارت پہنچائی جائے تو اس کا بنا ہوا کنکریٹ آہستہ آہستہ بالکل جل جائیگا اور ناکارہ ہوجائیگا۔ ایسے کنکریٹ کو آگ مزاحم نہیں کہا جاسکتا اس لیے اس کو استعمال نہیں کرنا چاہیے کیونکہ اس میں نہ تو گٹی کنکریٹ کی مضبوطی ہوتی ہے اور نہ جلے کوئلے کے کنکریٹ کی اگن روک خاصیت۔

ان وجوہ سے تعمیروں کے کام میں گٹی کنکریٹ کے اوپر جلے کوئلے کا کنکریٹ لگا کر محفوظ تعمیر تیار کی جاسکتی ہے بشرطیکہ اس کے مصارف برداشت کیے جاسکیں۔

کنکریٹ کے جائز زور کا تعین کرتے وقت استعمال شدہ پتھر کی نوعیت کا لحاظ رکھنا ضروری ہے۔

گٹی اور ریت کا جب انتخاب ہوجائے تو ان کو ایسے تناسب میں ملانا چاہیے جس سے آمیزے میں تخلخل کم سے کم ہو یعنی آمیزہ کثیف سے کثیف ہو۔ اس کا حساب ریت اور گٹی کے فیصد تخلخل سے لگ سکتا ہے۔ ایک اچھا طریقہ یہ ہے کہ چند آزمائشی آمیزے تیار کیے جائیں اور ہر ایک کا تخلخل معلوم کیا جائے۔ مثلاً ایک حصۂ ریت کو ۱½ یا ۲ یا ۲½ حصے پتھر کے ساتھ ملا کر ان مختلف آمیزوں میں سے ہر ایک سے باری باری سے ایک ۳ مکعب فٹ کے برتن کو بھرا جاسکتا ہے۔ اب اگر اس برتن میں پانی ڈالا جائے تو جس آمیزے میں سب میں کم پانی سمائے وہ تینوں میں سب میں کثیف ہے۔ یا اگر پانی ملانے کی بجائے تینوں کو تولا جائے تو جو سب میں بھاری ہوگا وہی سب میں کثیف ہوگا۔ بہترین آمیزے کے لیے عموماً ریت کا دگنا پتھر لینا پڑتا ہے۔

سیمنٹ کی مقدار ایسی ہونی چاہیے جو اس تخلخل کو پُر کرسکے اور تمام ذرات کے درمیان ایک چپک دار مسالا بن جائے۔ پتھر اور ریت کے تدرج کی

اسی وجہ سے اہمیت ہے کیونکہ پتھر اور ریت عمدہ طور پر درجے دار ہوں تو وہ بڑی حد تک ایک دوسرے کے تخلخل کو پُر کردیتے ہیں اور سیمنٹ بیکار ضائع نہیں ہوتی۔

سیمنٹ کا حجم ریت کے حجم کے نصف سے کم نہیں ہونا چاہیے۔ اس سے زیادہ کی ضرورت ممکن ہے۔

ایک عام کنکریٹ یہ ہے: ایک حصہ سیمنٹ، دو حصے ریت اور چار حصے پتھر جس کو ۱: ۲: ۴ کنکریٹ کہا جاتا ہے۔ یہ سب پیمائشیں حجم کے لحاظ سے ہوتی ہیں سوائے اس کے کہ خاص طور پر وزن کا ذکر کیا جائے۔

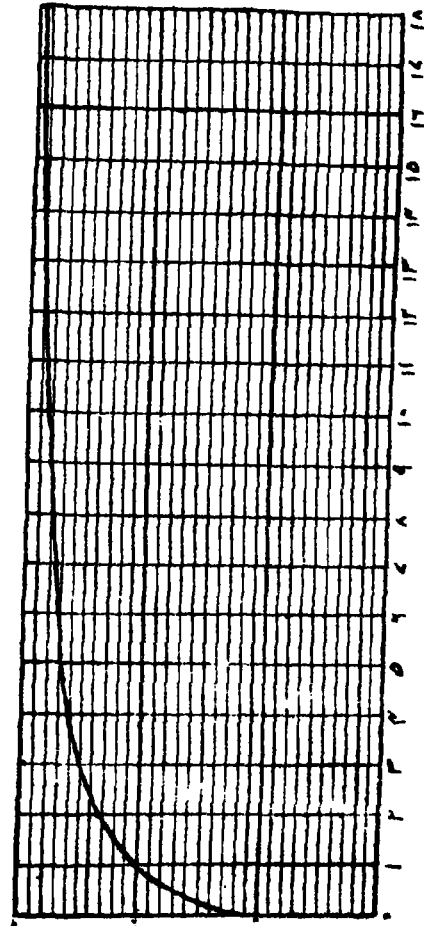
البتہ یہاں اس کا ذکر ضروری ہے کہ معملوں کے تجربات میں وزن کا لحاظ رکھا جاتا ہے جس سے خلط ملط پیدا ہوسکتا ہے۔ اس سے بچنا چاہیے۔

یہ ممکن ہے کہ سیمنٹ کو اس کے وزن سے ناپا جائے ایسی صورت میں ایک مکعب فٹ سیمنٹ کا وزن ۹۰ پونڈ لینا چاہیے۔

چونکہ گٹی کا تخلخل ریت سے پُر ہوتا ہے اور ریت کا سیمنٹ سے اس لیے ظاہر ہے کہ جب یہ تینوں سالے ملائے جائینگے تو حجم کی کمی واقع ہو گی۔ سالے اوسط قسم کے ہوں تو اس کمی کی وجہ سے ایک مکعب گز کنکریٹ کے لیے تقریباً ۲۳ مکعب فٹ گٹی ۱۱½ مکعب فٹ ریت اور تقریباً ۶ ہنڈرڈویٹ سیمنٹ درکار ہوگی (جس کی مقدار کنکریٹ کی مطلوبہ مضبوطی پر منحصر ہوگی) ۔ خاص حدود کے اندر سیمنٹ کو کم زیادہ کرنے سے کنکریٹ کے حجم میں فرق نہیں پڑتا۔

پانی کے حوضوں اور ایسے مقامات کے لیے جہاں آب بندی کی خاص طور پر ضرورت ہو سیمنٹ کی مقدار کو بڑھا دینا مناسب ہوگا۔ ۱: ۱¾: ۳ کا کنکریٹ اچھا ہوگا۔

اچھے سالے استعمال ہوئے ہوں اور گٹی عمدہ متدرج توڑے ہوئے پتھر کی ہو تو کنکریٹ کی انتہائی مضبوطی عموماً ایک مہینے میں ۲ ہزار پونڈ فی مربع انچ اور چھ مہینے میں ۲۷۰۰ پونڈ فی مربع انچ ہوتی ہے۔ مختلف تناسبوں یا

مدتوں کے لحاظ سے کنکریٹ کی مضبوطی کا منحنی تیار کرنا بیکار ہے کیونکہ دوسری چیزیں ہیں جن کے فرق سے بہت فرق پڑجاتا ہے مثلاً سیمنٹ، ریت، پتھر، تپش، پانی کا تناسب، ملانے کی عمدگی وغیرہ۔ عمدہ کنکریٹ کا عملی زور

عام طور پر ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ البتہ اگر زور بڑے تغیرات یا تعاکس کے تحت آتا ہو تو اس سے کم لینا چاہیے۔

مرور مدت کے لحاظ سے کنکریٹ کی مضبوطی کے تغیر کا منحنی شکل ع۶ میں دیا گیا ہے۔

تر اور خشک کنکریٹ

اس معاملے میں ماہروں میں بڑا اختلاف رائے ہے کہ بہترین کنکریٹ میں تری کتنی ہونی چاہیے۔

معملی نمونوں پر جن میں کنکریٹ کو بہت ٹھوکا جاسکتا ہے جو امتحان کیے گئے ہیں ان سے معلوم ہوتا ہے کہ خشک کنکریٹ کے نتائج بہترین ہوتے ہیں۔ عملی محکم کنکریٹ میں ایسا کرنا مشکل ہے۔ کیونکہ عموماً قالب ٹھوکنے کا دباؤ برداشت نہیں کرسکیگا اور رکاوں اور سلاخوں میں زور کے ساتھ ٹھوکنا مشکل ہوگا۔ اس لحاظ سے معملی امتحان کچھ زیادہ کارآمد نہیں اور یہ باور کرنے کی کوئی وجہ نہیں کہ سوکھا کنکریٹ زور سے ٹھوکا نہ جائے تو گیلے کنکریٹ سے مضبوطی میں زیادہ ہوتا ہے۔

عملی کاموں میں یہ ضروری ہے کہ کنکریٹ ایسی یکسانی کا ہو کہ تمام خلا معہ سلاخوں کے درمیان کے اور ان کے نیچے کی جگہوں کے پُر ہو جائیں۔ اس مطلب کے لیے اس میں شک نہیں کہ تر کنکریٹ اچھا ہے۔ اور چونکہ اس سے اچھی سطح حاصل ہوتی ہے اور کنکریٹ کثیف اور آب بند ہوتا ہے اس لیے اس کتاب کے مصنف بھی اس کو بہترین سمجھتے ہیں۔

تری کی حد پہنچ جاتی ہے جب کہ سیمنٹ کا پلا وا سطح پر آکر بہ جائے۔ اس صورت میں ظاہر ہے کہ کنکریٹ کم زور ہوگا۔ یہ کہنا مشکل ہے کہ کتنے پانی سے کنکریٹ خشک ہوتا ہے اور کتنے سے تر۔ پانی کی مقدار کی تخصیص نہیں کی جاسکتی کیونکہ ریت میں بھی پانی کی خاصی مقدار ہوتی ہے اور موسم کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ عملی طور پر مناسب یہ ہے کہ کارفرما کو عمدہ ملے ہوئے کنکریٹ کا ایک نمونہ بتا دیا جائے اور وہ اس کا ایک اندازہ قائم کرلے۔ تحریر میں جتنا

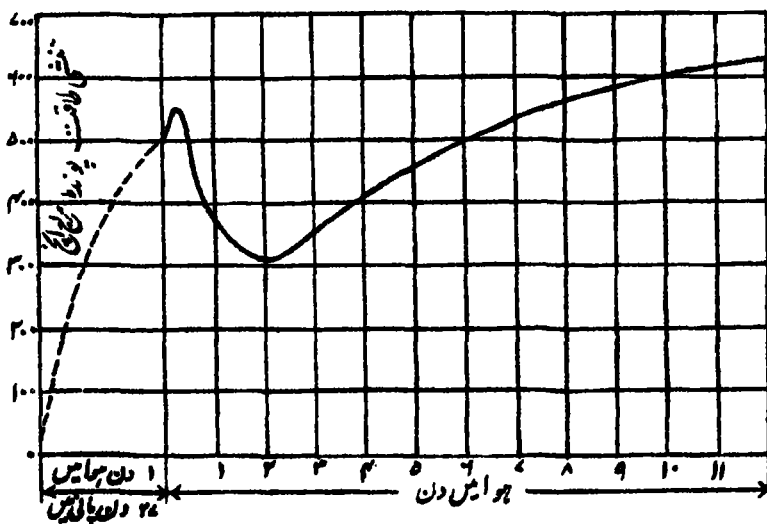
کہنا ممکن ہے وہ ذیل کے قاعدے میں بیان کیا جاتا ہے:۔
کنکریٹ میں پانی صرف اتنا ہو کہ جب اس کو خوب کمایا جائے تو یہ کر ایک لیول سطح اختیار کر سکے۔
کنکریٹ تر ہو تو بھی ضروری ہے کہ اس کو خوب ہلایا جلایا جائے تاکہ ہوا کے کچھ بلبلے ہوں تو ادھر آ کر نکل جائیں۔ اگر رخ عمدہ مطلوب ہوں تو سانچہ کی دیواروں کو ہتوڑے سے ٹھوکا جائے تاکہ دیواروں کو لگے ہوئے ہوا کے بلبلے خارج ہو جائیں۔

باری باری سے تر اور خشک رکھنے کا اثر کنکریٹ کی مضبوطی پر

کنکریٹ کی ایک خاصیت ہے جس کا عام طور پر علم نہیں اور وہ یہ ہے کہ اس کو پانی میں ڈبونے سے اس کی مضبوطی پر کیا اثر ہوتا ہے اور ڈبو کر پھر خشک کر لینے کا کیا اثر ہوتا ہے۔ چونکہ عملی طور پر یہ صورت کثرت سے واقع ہوتی ہے اور اس کے اثرات بہت قابلِ لحاظ ہیں اس لیے یہاں ان کا ذکر کیا جاتا ہے۔
۳ حصے معیاری ریت اور ایک حصہ سیمنٹ کے آمیزے کے ۵۴ تنشی نمونے ہوا میں ایک دن اور پانی میں ۲۷ دن رکھے گئے۔ پھر سب کو خشک کیا گیا۔ خشک ہونے کے لیے پانچ پانچ کو مختلف مدتیں دے کر سب کا امتحان کیا گیا تو یہ نتائج حاصل ہوئے:۔

خشکی کے لیے مدت	اوسط تناؤ کی مضبوطی
۶ گھنٹے	۴۹۷ پونڈ فی مربع انچ
	۵۵۳ " "

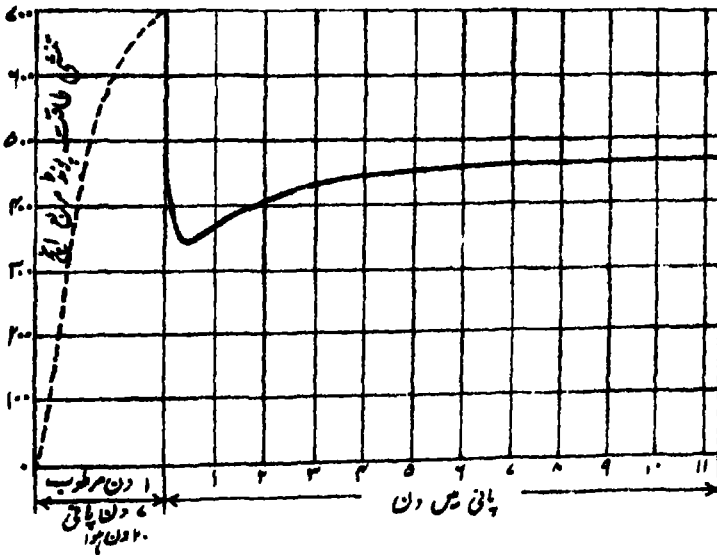
خشکی کے لیے مدت	اوسط تناؤ کی مضبوطی
۱۴ گھنٹے	۴۶۲ پونڈ فی مربع انچ
۲۴ "	۳۷۹ " "
۲ دن	۳۱۰ " "
۳ "	۳۵۳ " "
۴ "	۴۰۳ " "
۶ "	۴۹۵ " "
۱۲ "	۶۲۲ " "

ان کو شکل ۷ میں ترسیم سے دکھایا گیا ہے۔

شکل ۷۔ پہلے تر کر کے خشک کرنے کا اثر

اسی طرح کے اور امتحان کیے گئے جن میں نمونے ایک دن تک مرطوب رکھے گئے، پانی کے اندر سات دن، پھر ہوا میں۔ کل ۲۰ دن کے بعد ان کو پھر ڈبویا گیا اور مختلف مدتوں تک ڈبو کر پانچ پانچ کا امتحان کیا گیا جس کے

نتائج حسب ذیل ہیں۔

ڈوبے رہنے کی مدت	تناؤ کی مضبوطی
۳ گھنٹے	۷۰۲ پونڈ فی مربع انچ
۶ "	۳۸۶ " "
۹ "	۳۵۷ " "
۲۴ "	۳۴۶ " "
۲ دن	۳۷۳ " "
۳ "	۴۰۳ " "
۷ "	۴۴۹ " "
۱۴ "	۴۵۶ " "
	۴۸۴ " "

شکل عث۔ خشک نمونے کو ڈبونے کا اثر

شکل ۱۰ ـ اور ۱۱ ـ سے واضح ہوگا کہ تر کرنے اور خشک کرنے سے بہت بڑا اثر ہوتا ہے۔ اس کی وجہ غالباً یہ ہے کہ ان تغیرات کے دوران میں جو پھیلاؤ اور سکڑاؤ واقع ہوتے ہیں اُن سے اندرون میں اثر ہونے سے پہلے اوپر کی سطح میں زور پیدا ہوتے ہیں۔ اس وجہ سے یہ بھی لازم آتا ہے کہ بڑے نمونوں میں جو عملی طور پر استعمال ہونگے یہ اثر کم ہوگا کیونکہ اُن میں سطح اور حجم کی نسبت چھوٹے نمونوں کی بہ نسبت کم ہوگی۔ تاہم ان کو نظر انداز نہیں کیا جاسکتا۔

یہ اثرات دباؤ کے امتحانوں میں تناؤ کے امتحانوں سے کم نمایاں ہونگے کیونکہ غیر مساوی پھیلاؤ سے پیدا ہونے والے زوروں کی مقدار تو وہی ہوگی لیکن پچکاؤ کی مضبوطی بہت زیادہ ہونے سے ان کا فیصد بہت کم ہوگا۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اگرچہ بڑے زوروں کا حساب کرتے وقت تناؤ کی مضبوطی کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے لیکن تناؤ کی مضبوطی پر اتنا ضرور بھروسا کیا جاتا ہے کہ اس سے ضروری چپک حاصل ہوگی اور جز کی مزاحمت کے حساب میں بھی اس پر بھروسا کیا جاتا ہے۔

زور کے تغیرات کا اثر "مناسب عملی زور" پر

اس واقعے کی اچھی طرح تحقیق ہو چکی ہے اور یہ عام طور پر معلوم ہے کہ اگر فولاد زور کے تغیرات کے تحت آئے تو بتدریج کمزور ہوجاتا ہے اور آخر کار ناکارہ ہو جاتا ہے اگر زور کی اعظم قیمت ایک حد سے تجاوز کرے۔ یہ حد نہ صرف مسالے پر بلکہ زور کے تغیرات کی وسعت پر بھی منحصر ہوتی ہے۔

اس واقعے کا ایک موٹا سا بیان یہ ہوگا کہ اگر ایک نمونے کا انتہائی

زور ف ہو اور اب اس پر بار بار زور اس طرح لگایا جائے کہ زور صفر ہو جائے پھر اعظم قیمت اختیار کرے تو یہ نمونہ ½ ف پر ہی ناکارہ ہو جائیگا۔ اور اگر زور ایک تناؤ سے اُتنے ہی دباؤ تک بار بار بدلے تو نمونہ ½ ف پر ہی ناکارہ ہو جائیگا۔ اِس مسئلے میں وولر (Wöhler) کی تحقیقات مشہور عام ہے۔

پہلے یہ صورت لو کہ زور صفر سے اعظم تک بدلتا ہے۔ اس صورت میں اگر فولاد کی انتہائی مضبوطی ۶۰ ہزار پونڈ فی مربع انچ ہو تو وہ اب صرف ۴۰ ہزار پونڈ فی مربع انچ کا مقابلہ کرسکیگا۔ اِس صورت میں ۱۶ ہزار پونڈ کا عملی زور بے خطر ہوگا۔

اگر زور بالکل اُلٹ جائے تو اب انتہائی زور ½ رہ جائیگا یعنی ۲۰ ہزار پونڈ فی مربع انچ اور اِس صورت میں ظاہر ہے کہ ۱۶ ہزار پونڈ فی مربع انچ کا عملی زور جائز نہیں۔ یہ بے شک قابلِ غور ہے کہ کیا محکم کنکریٹ میں زور کا بالکل اُلٹ جانا ممکن ہے اور واقعہ ہے کہ عملی طور پر پچکاؤ کا زور تناؤ کے زور کے نصف سے زیادہ نہیں ہوتا۔

تغیرات کی اِس نوعیت کی صورت میں جو تبادل اور پورے تعاکس کے درمیان ہے انتہائی مضبوطی ۲۶۴۰۰ ہوجائیگی۔ اب حقیقی قدرِ سلامتی ۲ لی جائے تو معلوم ہوگا کہ اس صورت میں ۱۳۲۰۰ سے بڑھ کر زور لگانا خطرے سے خالی نہیں۔ چاہیے یہ کہ اگر کفایت کی اتنی فکر نہ ہو جتنی حفاظت کی تو زور کو اس سے کم ہی رکھا جائے۔

اور اگر کنکریٹ کے زور سے بحث کی جائے تو یہ مسالہ اپنی نوعیت میں فولاد سے اتنا مختلف ہے کہ یہ فرض کرنا بے جا ہے کہ اس پر بھی انتہائی زور اسی تناسب میں اور اتنا ہی بار بار اور زور کی اسی وسعت میں لگایا جاسکتا ہے۔

بڑی مشکل یہ ہے کہ راست تجربی شہادت اس صورت میں مفقود ہے ورنہ اس سے کام لیا جاسکتا۔ پروفیسر بیری اور پروفیسر وان آرنم نے[1]

[1] Profs., Berry and Van Ornum

زور کی تکرار کے متعلق تجربات شایع کیے ہیں۔ ایک کے امتحانوں سے معلوم ہوتا ہے کہ سنگ خارا کے عمدہ ۱: ۱½ : ۴½ کنکریٹ کو ۹۴۰ پونڈ فی مربع انچ کی تکرار سے ضرر نہیں پہنچا۔ دوسرے سے معلوم ہوتا ہے کہ انتہائی زور کے ۵۰ فیصدی کی تکرار سے شکستگی واقع ہوسکتی ہے۔ فولاد میں ۶۶ فیصدی زور سے یہ واقعہ ہوتا ہے۔

زور کے تعاکس کے متعلق کوئی اعداد موجود نہیں۔ اور بہر صورت یہ تعاکس کنکریٹ کے تناؤ کی مضبوطی تک محدود ہوتا جو پچکاؤ کے عملی زوروں سے بھی کم ہے۔ اگر ایک شہتیر پر معیاروں کا پورا تعاکس واقع ہو جیسا کہ کوٹھا دیوار میں ہوتا ہے تو اب زور کی ایک حد تو پچکاؤ کا عملی زور ہے اور دوسری حد تناؤ کی وجہ سے تڑق پڑجانا ہے۔ مصنفین کتاب ہذا کا خیال ہے کہ اس قسم کے تعاکس کثرت سے ہوں تو فولاد کی بہ نسبت بہت زیادہ خطرناک صورت ہوگی۔ اگر متواتر لداؤ کی صورت میں کنکریٹ کی تھکن ۵۰ فیصدی سے زیادہ نہ ہو اور کسی کنکریٹ کی انتہائی مضبوطی ۲۰۰۰ ہو تو ۱۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے زور کی تکرار سے ناکارگی واقع ہوگی اور اگر قدر سلامتی ۲ لی جائے تو عملی زور ۵۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔

اگر تعاکس میں کنکریٹ کی تھکن ۳۰ فیصد ہو اور قدر سلامتی اس صورت میں بھی ۲ لی جائے تو عملی زور اب ۳۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔

ذیل کی جدول میں یہ ہدایات اکٹھی کی گئی ہیں:—

مسالہ	زور کی وسعت		
	برقرار	صفر سے اعظم	تبادل
فولاد، تناؤ میں	۱۶ ہزار پونڈ فی مربع انچ	۱۴ ہزار پونڈ فی مربع انچ	۱۳۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ
کنکریٹ پچکاؤ میں	۶۰۰	۵۰۰	۳۰۰

حصّہ اوّل

دی ہوئی قوتوں اور معیاروں کے تحت زوروں کا حساب

باب دوم

سادہ خماؤ اور سادہ پچکاؤ

اِس مضمون کی ابتدائی بحث پر یہاں بہت سرسری نظر ڈالی جائیگی کیونکہ اگر تعمیروں کی تجویز کے عام اصولوں سے واقفیت ہے تو اس ابتدائی بحث کو سمجھنا کچھ مشکل نہیں۔ اگر کسی کو یہ ناکافی معلوم ہو تو وہ ابتدائی کتابوں سے مدد لے سکتا ہے۔ نیز چونکہ یہ کتاب تجویز سے متعلق ہے نہ کہ اس فن کی تاریخ سے اس لیے موجودہ نظریے کے ارتقا کی تاریخ کا اور دوسرے نظریوں کا جو مشہور مصنفوں نے قائم کیے تھے یہاں بیان نہیں کیا جائیگا۔ ثانوی زوروں کے مضمون پر پہنچ کر خاص کر جب کہ ستونوں کی تجویز پر اُن کے اثر پر غور کیا جائیگا تو بحث زیادہ تفصیل سے کی جائیگی کیونکہ دوسری کتابوں میں جہاں تک ہم کو علم ہے ان پر کافی توجہ نہیں کی گئی۔

محکم کنکریٹ کے ایک رکن کے اولین زوروں کا حساب کرتے وقت ذیل کے مفروضے اختیار کیے جاتے ہیں:۔

(۱) کنکریٹ کا تناؤ نظر انداز کر دیا جاتا ہے سوائے اس کے جو چپک اور بعض وقت جز کے لیے مطلوب ہوتا ہے۔

(۲) کنکریٹ کا لچک کا مقیاس مستقل فرض کیا جاتا ہے۔ اس کی قیمت فولاد کے مقیاس کی $\frac{1}{15}$ لی جاتی ہے۔ زیادہ صحیح یہ ہے کہ اس کی قیمت کنکریٹ کی ترکیب اور عمر پر منحصر ہوتی ہے اور کسی خاص کنکریٹ کے لیے بھی مستقل نہیں ہوتی بلکہ زور کے بڑھنے سے گھٹتی ہے۔ البتہ عملی زوروں کے لیے اس کو مستقل سمجھا جا سکتا ہے۔ برطانیہ جرمنی اور امریکہ میں قیمت م = ۱۵ اختیار کی گئی ہے۔ فرانسیسی قاعدے سے م کی قیمت ۸ سے ۱۵ تک بدلتی ہے اور آڑے بندھنوں پر اور ستونوں کی بندش پر منحصر ہوتی ہے اور شہتیروں میں اس کی قیمت م = ۱۰ لی جاتی ہے۔

(۳) اس نظریے کی صحت یہاں بھی تسلیم کی جاتی ہے کہ مستوی تراشیں خماؤ کے بعد بھی مستوی رہتی ہیں۔ سوائے چند خاص صورتوں کے مثلاً بہت نوکدار خمیدہ ارکان۔

کتاب کے شروع میں جو ترقیم درج کی گئی ہے اس کی پابندی کی جائیگی اِلّا اس کے کہ کسی اور ترقیم کو خاص طور پر بیان کیا جائے۔

سادہ خماؤ

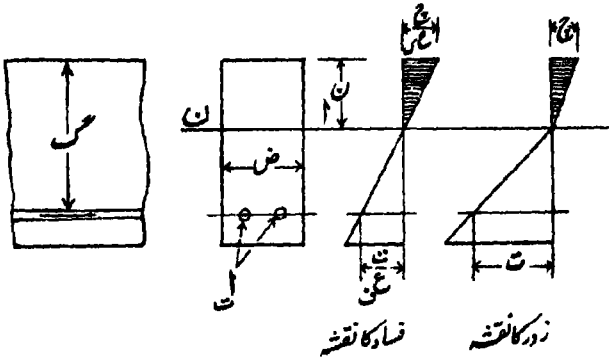
(۱) مستطیلی شہتیر جو صرف تناؤ کی جانب محکم ہوں۔

چونکہ فساد کا نقشہ خطِ مستقیم ہوگا اس لیے فساد کے نقشہ کے اندر کے مثلث مشابہ ہونگے۔

اس طرح

$$\frac{\frac{چ}{ع_ک}}{\frac{ت}{ع_ف}} = \frac{ن}{گ - ن} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

اور چونکہ مجموعی پچکاؤ مجموعی تناؤ کے مساوی ہوگا

$$\therefore \frac{1}{2}\,چ\,ض\,ن = اِ \times ت \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

شکل ۹۔ مستطیلی شہتیر سادہ خماؤ کے تحت

لیکن $ف = \text{فولاد کا فیصد} = \frac{۱۰۰\,اِ}{ض\,ع}$

$م = \text{مقیاسوں کی نسبت} = \frac{ع_ف}{ع_ک}$

$ن_۱ = \frac{ن}{ع}$

∴ ان کو مندرج کرنے سے اُوپر کی مساواتوں سے حاصل ہوگا

$$ن_۱ = \sqrt{\left(\frac{م\,ف}{۱۰۰}\right)^۲ + \frac{۲\,م\,ف}{۱۰۰}} - \frac{م\,ف}{۱۰۰} \quad \ldots\ldots (۳)$$

یہ مقدار $ن_۱$ جو تعدیلی محور کی گہرائی اور شہتیر کی گہرائی کی نسبت ہے بہت اہم ہے۔ سادہ خماؤ کے لیے یہ صرف مقیاسوں کی نسبت اور فولاد کے فیصد پر منحصر ہے جیسا کہ مساوات (۳) سے ظاہر ہے۔

م = ۱۵ لینے سے $ن_۱$ کی قیمت یہ ہو جاتی ہے :-

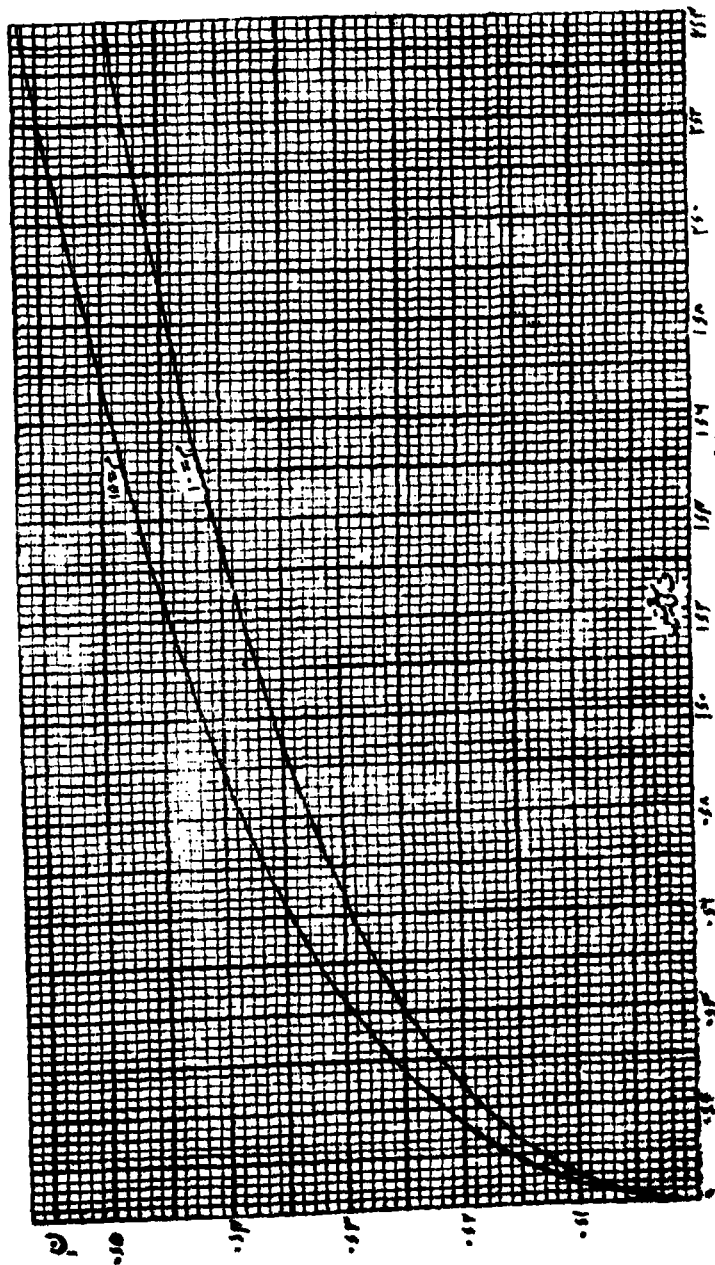
$(ن_ا)_{م=15} = \sqrt{۰٫۲۲۵ ف^2 + ۳٫ف - ۱۵٫ف}$ ....(۱۳)

جدول (۱) اور شکل ۱۰ کے منحنی اسی ضابطے سے حاصل کیے گئے ہیں

جدول ۱

تعدیلی محور کی گہرائی

ف	ن ا	
	م = ۱۵	م = ۱۰
٫۴	٫۲۹۲	٫۲۵۰
٫۵	٫۳۱۹	٫۲۷۰
٫۶	٫۳۴۵	٫۲۹۱
٫۶۷۵	٫۳۶۰	٫۳۰۶
٫۷۵	٫۳۷۵	٫۳۱۹
۱٫۰	٫۴۱۸	٫۳۵۹
۱٫۵	٫۴۸۲	٫۴۱۸
۲٫۰	٫۵۳۰	٫۴۶۳

بعض صورتوں میں زیادہ صحیح یہ ہوگا کہ ع کی اس سے ذرا بڑی قیمت لی جائے اور اس طرح م کی قیمت ۱۵ سے کم۔ یہی وجہ ہے کہ جدول میں ن ا کی قیمت م = ۱۰ کے لیے بھی محسوب کی گئی ہے اور شکل ۱۰ میں ترسیم کی گئی ہے۔

$$(\text{ن}_{\text{ا}})_{\text{م}=\text{۱۰}} = \sqrt{\text{۱٫۰۱ف}^{\text{۲}} + \text{۲٫ف}} - \text{۱٫ف}$$

ان دونوں کا مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ م[1] کی قیمت غلط لینے سے نتیجے میں کتنی غلطی پیدا ہوتی ہے۔

یہ ہم دیکھ چکے ہیں کہ ف معین ہو جائے تو تعدیلی محور کی گہرائی معین ہو جاتی ہے۔ اس سے لازم آتا ہے کہ ف یا $\text{ن}_{\text{ا}}$ کی کسی خاص قیمت کے لیے $\frac{\text{ت}}{\text{چ}}$ کی قیمت یعنی ریشوں کی انتہاؤں کے زوروں کی نسبت ایک ہی ہو سکتی ہے۔ یہ ربط بعض وقت بہت آسانی پیدا کرتا ہے اور مساوات (۱) سے فوراً حاصل ہو سکتا ہے۔

$$\text{ت}_{\text{ا}} = \frac{\text{ت}}{\text{چ}} = \frac{(\text{۱} - \text{ن}_{\text{ا}})\,\text{م}}{\text{ن}_{\text{ا}}} \qquad (\text{۴ا})$$

$$\text{ن}_{\text{ا}} = \frac{\text{ن}}{\text{گ}} = \frac{\text{م}}{\text{ت}_{\text{ا}} + \text{م}} \qquad (\text{۴ب})$$

اگر فیصد دیا ہوا ہو اور اس طرح $\text{ن}_{\text{ا}}$ بھی معین ہو جائے تو ذیل کے ربط سے آسانی ہو جاتی ہے اور یہ بنیادی مساواتوں سے حاصل ہو سکتا ہے:۔

$$\text{ت}_{\text{ا}} = \frac{\text{ن}_{\text{ا}}^{\text{۲}}}{\text{۲ف}} \times \text{۱۰۰} \qquad (\text{۵})$$

اس ضابطے کو استعمال کرتے وقت یاد رکھنا چاہیے کہ $\text{ت}_{\text{ا}}$ اور $\text{ن}_{\text{ا}}$ ایک دوسرے سے آزاد ہیں بلکہ تابع متبوع ہیں۔

$\text{ن}_{\text{ا}}$ کی قیمت مساوات (۳) سے حاصل کر کے رکھی جا سکتی ہے لیکن آسانی اس میں ہوگی کہ جدول ۱ سے قیمت لے لی جائے۔

مثال۔ ۱ فیصدی فولاد اور م = ۱۵ کے لیے نسبت $\frac{\text{ت}}{\text{چ}}$ معلوم کرو۔

جدول ۱ سے $\text{ن}_{\text{ا}}$ = ۴۱۸ء

اس لیے مساوات (۵) یا شکل ۱۱ کے منحنی سے

$$\text{ت}_{\text{ا}} = \frac{\text{۴۱۸ء}^{\text{۲}} \times \text{۱۰۰}}{\text{۲}} = \text{۲۰٫۹}$$

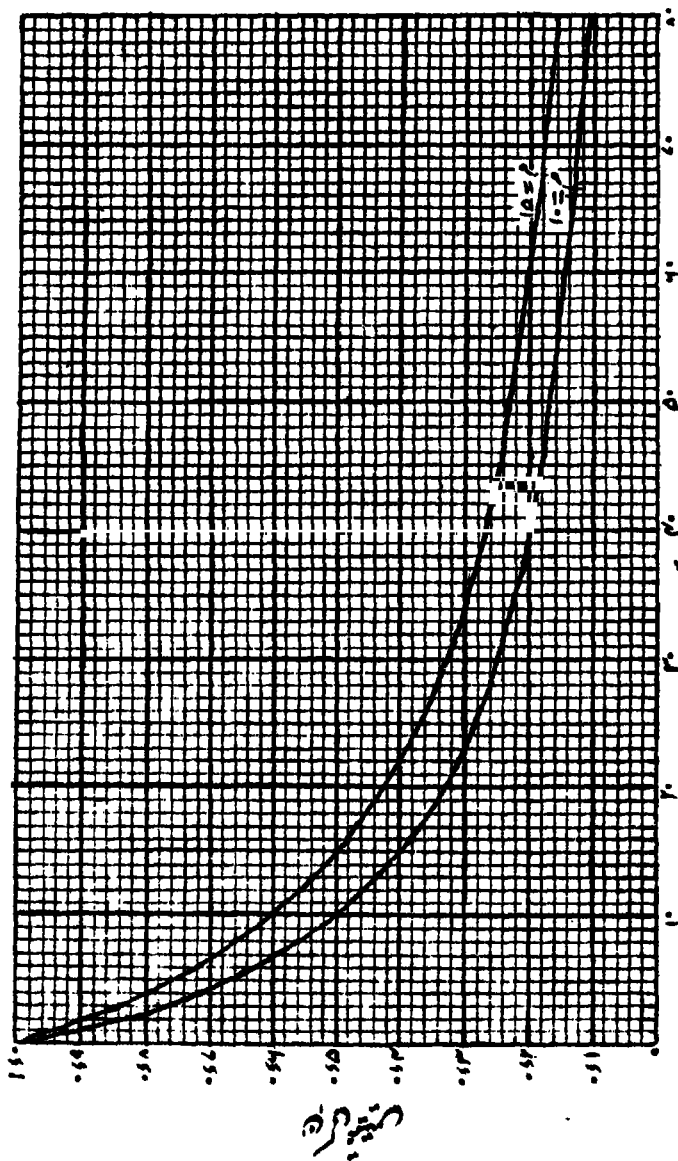
[1] اعلیٰ قسم کی گٹیوں مثلاً اینٹیں میں م کی قیمت ۱۵ سے زیادہ ہوتی ہے چنانچہ بعض اوقات ۲۰ تک لی جاتی ہے۔

جدول ۲ اور شکل ۱۲ میں نسبت $\frac{ت}{چ}$ کی قیمت م = ۱۵ اور م = ۱۰ اور ف کی مختلف قیمتوں کے لیے محسوب کی گئی ہے۔

جدول ۲

زوروں کی نسبت $ت_ا = \frac{ت}{چ}$

ف	$ت_ا$	
	م = ۱۵	م = ۱۰
۰٫۴	۳۶٫۵	۳۱٫۲
۰٫۵	۳۱٫۹	۲۷٫۰
۰٫۶	۲۸٫۶	۲۴٫۴
۰٫۶۷۵	۲۶٫۷	۲۲٫۷
۰٫۷۵	۲۵٫۰	۲۱٫۳
۱٫۰	۲۰٫۹	۱۷٫۹
۱٫۵	۱۶٫۱	۱۳٫۹
۲٫۰	۱۳٫۲	۱۱٫۶

شکل ۱۱ - تعدیلی محور کی گہرائی زوروں کی مختلف نسبتوں ت = ش/ق کے لیے

جدول ۲ اور شکل ۱۲ سے معلوم ہوگا کہ زوروں کی نسبت معین ہوجائے تو فولاد کا فیصد معین ہوجاتا ہے۔ مثلاً اگر

چ = ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ

ت = ۱۶۰۰۰ " "

تو $\frac{ت}{\text{چ}} = \frac{۱۶۰۰۰}{۶۰۰} = ۲۶٫۷$

اور اس طرح جدول ۲ سے م = ۱۵ کے لیے

ف = ۰٫۶۷۵

عام طور پر عملاً یہ ہوتا ہے کہ زوروں کی حدود معین کردی جاتی ہیں جن سے زوروں کو تجاوز نہیں کرنا چاہیے اس سے زوروں کی نسبت معین نہیں ہوتی مثلاً اگر ۶۰۰ اور ۱۶۰۰۰ حدیں قرار دی جائیں تو فولاد ۱ فیصد بھی لیا جا سکتا ہے جس سے ت۱ = ۱۹٫۶ حاصل ہوگا۔ اس کے معنے یہ ہونگے کہ اگر کنکریٹ میں زور ۶۰۰ لیا جائے تو فولاد میں زور صرف ۱۹٫۶ × ۶۰۰ = ۱۱۷۶۰ ہوگا۔ اور اگر فولاد کا زور ۱۶۰۰۰ لیا جائے تو کنکریٹ کا زور

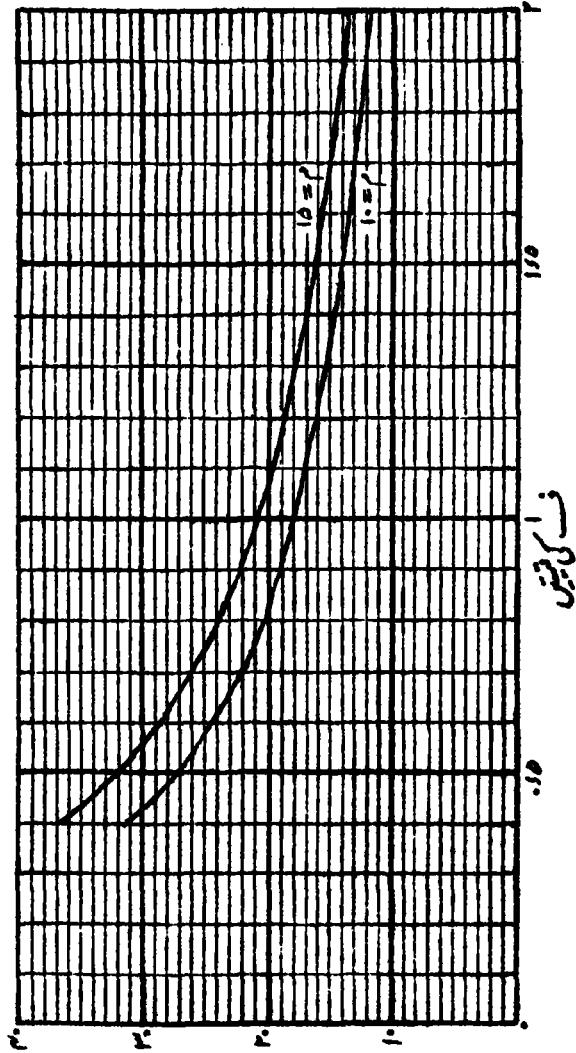
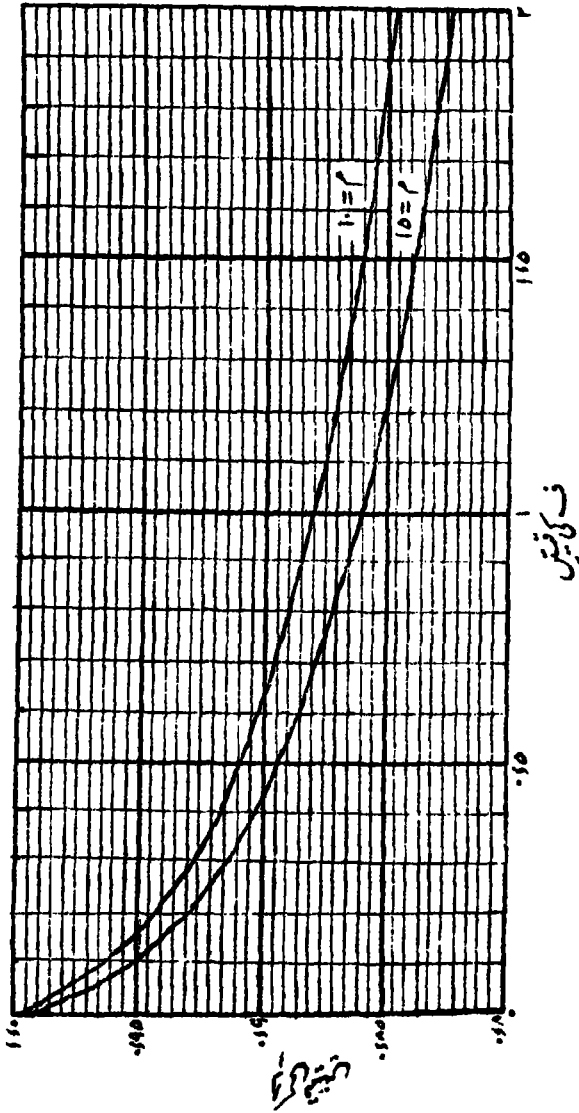
چ = $\frac{۱۶۰۰۰}{۱۹٫۶}$ = ۸۱۶ ہوجائیگا۔

اس طرح فولاد کے بہترین فیصد کا تصفیہ کفایت[1] کے نقطۂ نظر سے ہونا چاہیے۔ ہم اس مسئلے میں تفصیل سے بحث نہیں کرنا چاہتے۔ صرف یہ کہہ سکتے ہیں کہ فولاد کا فیصد فولاد اور کنکریٹ کی اضافی قیمتوں کے اور مردہ اور مجموعی بوجھوں کی نسبت کے لحاظ سے ہونا چاہیے۔ معمولی صورتوں میں کفایت اُس فیصد میں ہوتی ہے جو کنکریٹ اور فولاد دونوں میں بیک وقت وہ انتہائی زور پیدا کرے جس کی اجازت ہے۔ ۶۰۰ اور ۱۶۰۰۰ کے لیے یہ فیصد ۰٫۶۷۵ ہے۔

اگر تعمیر کو بہت سُبک بنانا مقصود ہو تو فیصد میں اضافہ کرنا چاہیے اور اس سے کفایت کا بھی کچھ زیادہ نقصان نہیں ہوتا۔

اگر ہٹس کاربن فولاد استعمال کیا جائے اور فولاد میں کثیر زور کنکریٹ کے

[1] اس کے لیے دیکھو آسکر فیبر (Oscar Faber) کا مضمون "محکم کنکریٹ کی تجویز میں کفایت کا پہلو" رسالہ انجینئرنگ ۷ و ۱۴ اگست ۱۹۰۰ء

زور کو بدلے بغیر اختیار کیا جائے تو اس فیصد کو گھٹانے میں زیادہ کفایت ہوگی۔ مثلاً ۶،۵ اور ۲۰۰۰۰ کے زوروں کے لیے فیصد ،۵۰ ہے۔ لیکن اس طریقہ سے جو کفایت ہوتی ہے وہ کوئی ایسی زیادہ نہیں۔

شکل ۱۲ - اندرونی وزنوں کا مقررہ طولی بازو ت کی مختلف قیمتوں کے لیے

یہ معلوم ہونا چاہیے کہ ن اور ت کا ربط صرف اس امر پر منحصر ہے کہ فساد کا نقشہ خطِ مستقیم ہو - اس طرح شکل ۱۱ ہمیشہ درست ہے، یعنی اُن صورتوں میں بھی جن میں خماؤ اور راست دباؤ یا تناؤ ملے ہوئے ہوں۔

ف اور ن، کے اور ف اور ت، کے ربط میں یہ شرط شامل ہے کہ مجموعی تناؤ اور مجموعی پچکاؤ مساوی ہوں۔ اس طرح شکل ۱۰، ۱۲، ۱۳ کا اطلاق صرف سادہ خماؤ کی صورتوں پر ہوگا۔

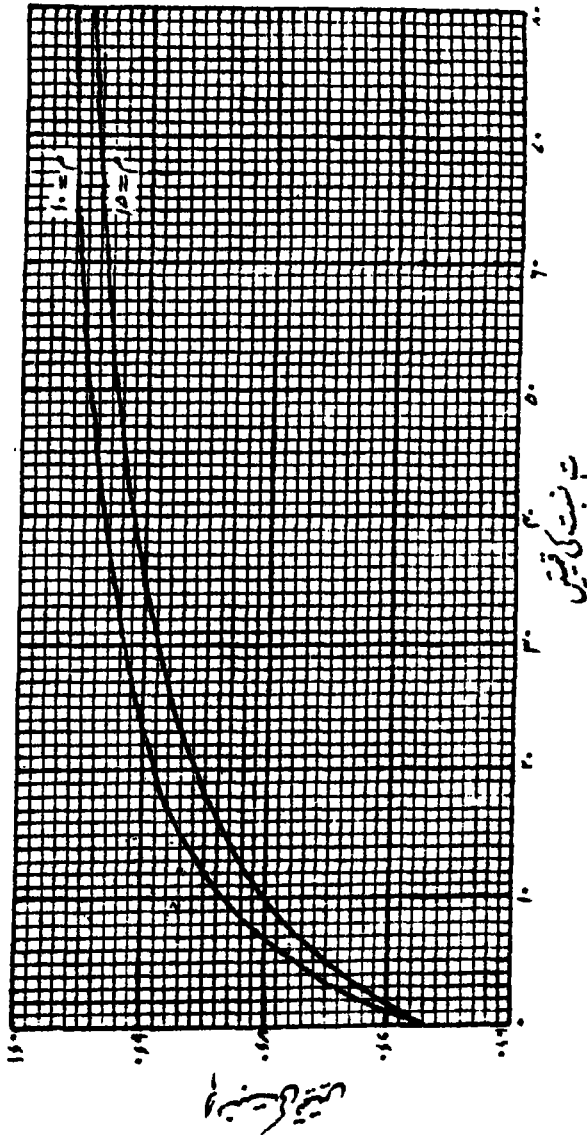
اب شہتیر کا مزاحمت کا معیار آسانی سے محسوب ہو سکتا ہے۔ پچکاؤ کا مرکز اوپر سے فاصلہ $\frac{ن}{۳}$ پر ہوگا اور تناؤ کا مرکز اوپر سے فاصلہ گ پر۔ اس طرح اندرونی قوتوں کا نیم قطری بازو

$$ب = گ - \frac{ن}{۳}$$

نسبت ب، = $\frac{ب}{گ}$ جدول ۳ اور شکل ۱۳ میں ف کی مختلف قیمتوں کے لیے اور شکل ۱۴ میں ت، کی مختلف قیمتوں کے لیے دی گئی ہے۔

جدول ۳

ف	ب،	
	م = ۱۵	م = ۱۰
۰٫۴	۰٫۹۰۳	۰٫۹۱۷
۰٫۵	۰٫۸۹۴	۰٫۹۱۰
۰٫۶	۰٫۸۸۵	۰٫۹۰۳
۰٫۶۷۵	۰٫۸۸۰	۰٫۸۹۸
۰٫۷۵	۰٫۸۷۵	۰٫۸۹۳
۱٫۰	۰٫۸۶۱	۰٫۸۸۱
۱٫۵	۰٫۸۳۹	۰٫۸۶۱
۲٫۰	۰٫۸۲۳	۰٫۸۴۶

فولاد کا فیصد حدود ف = ۰٫۵ اور ف = ۱٫۰ کے عموماً اندر ہی رہتا ہے۔ اِن حدود کے اندر م = ۱۵ کی صورت میں ب۱ کی قیمت ۰٫۸۶۱ سے ۰٫۸۹۴ تک اور م = ۱۰ کی صورت میں ۰٫۸۸۱ سے ۰٫۹۱۰ تک ہوتی ہے۔

شکل ۱۲۔ اندرونی قوتوں کا نیم قطری بازو ت۱ = [illegible] کی مختلف قیمتوں کے لیے

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اگر ب = ۰٫۸۸ لیا جائے تو کوئی بڑی غلطی نہیں ہوگی اور حسابات آسان ہو جائینگے۔

شہتیر کا مزاحمت کا معیار اس طرح حاصل ہوگا کہ مجموعی پچکاؤ یا مجموعی تناؤ کو نیم قطری بازو ب سے ضرب دیں۔ اس طرح مزاحمت کا معیار

نم = ½ ج ض ن (گ ۔ ن/۳) .... (۶ ا)

یا نم = اِ × ت (گ ۔ ن/۳) .... (۶ ب)

یہاں ج اور ت سِل کے حقیقی زور ہیں اور نم کے دونوں جملے سادہ خماؤ کی صورت میں لازماً مساوی ہیں۔

البتہ اگر ج اور ت سے جائز عملی زور مراد ہوں تو ضرور نہیں کہ نم کے دونوں جملے مساوی ہوں۔ اس صورت میں نم کی صحیح قیمت ان میں کی چھوٹی قیمت ہوگی۔

مثال۔ شکل ۱۵ کے شہتیر کا مزاحمت کا معیار محسوب کرو۔ جائز زور ۶۰۰ اور ۱۶۰۰۰ اور م = ۱۵ لو۔

یہاں ف = ۱ (فیصد)

∴ ب = ۸٫۶۱ انچ جدول ۳ کی رو سے۔

ن = ۴٫۱۸ انچ " " " "۔

∴ (۶ ا) کی رو سے

تم = ۳۰۰ × ۱۰ × ۴٫۱۸ × ۸٫۶۱ = ۱۰۸۰۰۰ پونڈ انچ

اور (۶ ب) سے

نم = ۱ × ۱۶۰۰۰ × ۸٫۶۱ = ۱۳۸۰۰۰ پونڈ انچ

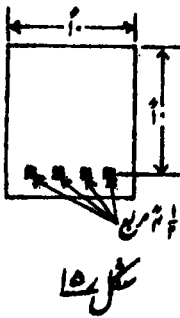
∴ مزاحمت کا بے خطر معیار = ۱۰۸۰۰۰ پونڈ انچ

۱۰

۱۰

½ انچ مربع

شکل ۱۵

چونکہ ف کی کسی قیمت کے لیے نم بدلتا ہے ض گ² کی طرح اس لیے اگر نم/ض گ² محسوب کر لیا جائے تو آسانی ہو جاتی ہے۔ جائز زوروں ۶۰۰ اور ۱۶۰۰۰

کے واسطے یہ کر لیا گیا ہے اور اس کے نتائج جدول ۴ اور شکل ۱۶ میں دیے گئے ہیں۔

جدول ۴

ف	ن / ض گ² — م = ۱۵	ن / ض گ² — م = ۱۰
۰٫۴	۵۷٫۸	۵۸٫۶
۰٫۵	۶۱٫۵	۷۲٫۸
۰٫۶	۸۵٫۰	۷۸٫۸
۰٫۶۷۵	۹۵٫۰	۸۲٫۴
۰٫۷۵	۹۸٫۴	۸۵٫۵
۱٫۰	۱۰۷٫۵	۹۳٫۷
۱٫۵	۱۲۱٫۴	۱۰۸٫۰
۲٫۰	۱۳۱٫۰	۱۱۷٫۳

منحنی کے اندر جو کونا ہے وہ فاصل نقطہ ہے جس پر فولاد اور کنکریٹ دونوں کے جائز زور بیک وقت واقع ہوتے ہیں۔ اگر شہتیر میں فیصد اس سے زیادہ ہو تو فولاد میں زور ۱۶۰۰۰ سے کم ہوگا۔ اور اگر فیصد اس سے کم ہو تو کنکریٹ میں زور ۶۰۰ سے کم ہوگا۔

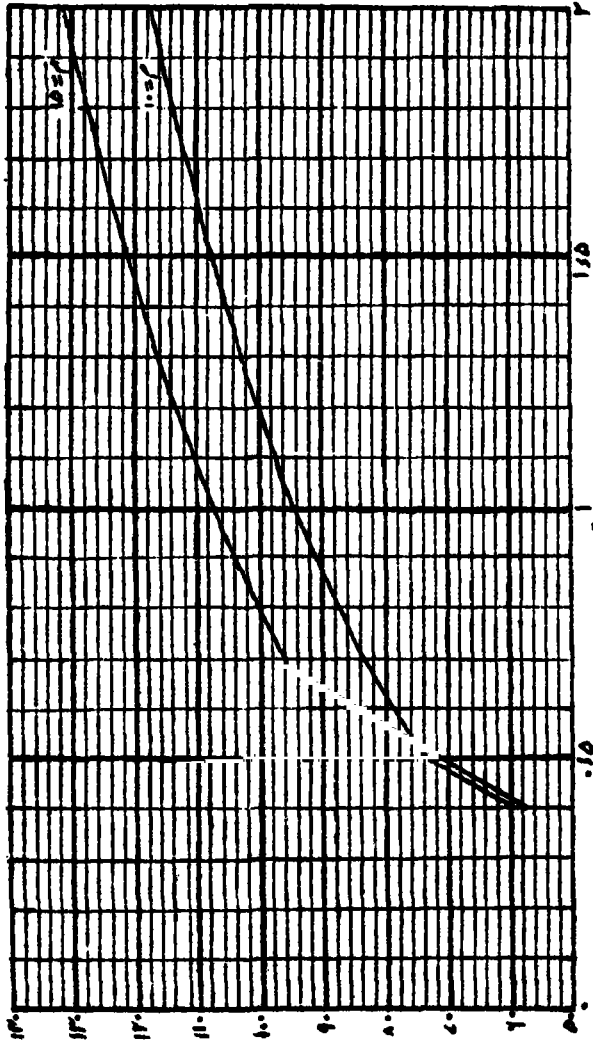
جدول ۴ سے ن کی قیمت کسی شہتیر کے لیے یوں معلوم ہو سکتی ہے کہ جدول میں ن / ض گ² کی جو قیمت درج ہے اس کو ض گ² سے ضرب دیا

مثلاً گزشتہ مثال میں۔

ف = ۱ فیصد

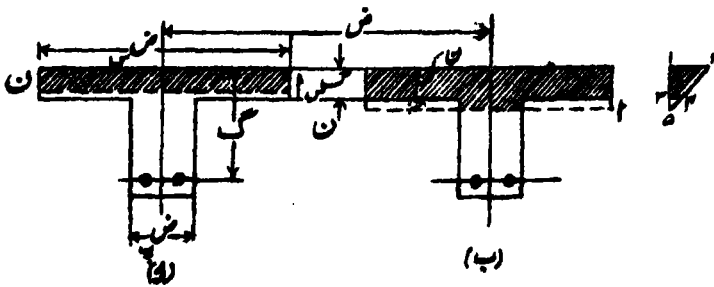
$\frac{\text{خ}}{\text{ع ک}^2}$ = ۱۰۸ (جدول ۴ سے)

∴ خ = ۱۰۸ × ۱۰ × ۱۰۰ = ۱۰۸۰۰۰ پونڈ انچ

شکل ۱۶ شہتیروں کی مزاحمت کا معیار مختلف فیصدوں کے لیے ۔ ع = ۶۰۰ ، ت = ۱۶۰۰۰ پونڈ مربع انچ

(ب) T شہتیر

مستطیلی شہتیروں کی گزشتہ تحلیل سے واضح ہوا ہوگا کہ چونکہ کنکریٹ کے تناؤ کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے اس لیے تعدیلی محور کے نیچے کا کنکریٹ مزاحمت کے معیار میں کوئی اضافہ نہیں کرتا بلکہ الٹا شہتیر کے مُردہ بوجھ میں اضافہ کر دیتا ہے۔ اسی وجہ سے تعمیر کو سُبک اور ارزاں بنانے کے لیے اس نیچے کے کنکریٹ کو حذف کر دیا جاتا ہے اور نیچے جو پسلیاں بن جاتی ہیں اُن میں فولاد کو مرتکز کیا جاتا ہے۔ ان پسلیوں کے عرض کا تعین جزی زوروں کے لحاظ سے اور کچھ اُن منفی معیاروں کے لحاظ سے کیا جاتا ہے جو مسلسل شہتیروں میں سہاروں پر واقع ہوتے ہیں۔

ایسی تعمیروں میں ہر پسلی کو ایک علاحدہ T شہتیر سمجھا جاتا ہے اور چونکہ ایسے شہتیر فرش کی ساخت میں عالم گیر طور پر استعمال ہوتے ہیں اس لیے ان پر یہاں غور کیا جائیگا۔

شکل ۱۷ ۔ T شہتیر کی تراشِ عمودی

شکل ۱۷ میں اس طرح کی تعمیر کی تراش دی گئی ہے۔ اس پر ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ کس میں شہتیر کی وجہ سے جو پچکاؤ کا زور ہوگا وہ

پسلی کے عین اوپر زیادہ ہوگا بہ نسبت پسلیوں کے بیچ میں وسطی مقام کے۔ اور
بہت سی باتوں سے اس کی تصدیق ہو سکتی ہے۔

لیکن اس امر کی کوئی تجربی شہادت موجود نہیں کہ یہ کس حد تک صحیح ہے۔
اس کی رعایت اس طرح رکھی جا سکتی ہے کہ شہتیر کے پچکاؤ میں آنے والے
رکن یعنی سل کے موثر عرض ضِ کو ض سے کم لیا جائے۔

آر۔ آئی۔ بی۔ اے (برطانوی عماروں کی مجلس) کی رپورٹ (۱۹۱۸ء)
(صفحہ ۳۰۰) میں مشورہ دیا گیا ہے کہ:۔

ضِ پسلیوں کے درمیانی فاصلے ض کے $\frac{3}{4}$ سے زیادہ نہ ہو
" فصل ل کے $\frac{1}{3}$ " "
" سل کی موٹائی گِ کے ۱۵ گنے " "
" پسلی کے عرض ضِ کے ۶ گنے " "

امریکی رپورٹ میں اس سے زیادہ تحفظ سے کام لیا گیا ہے اور ضِ کی حد $\frac{1}{4}$ ل
یا تقریباً ۱۰ گِ بتائی گئی ہے۔

یہ دونوں قاعدے قابلِ اطمینان نہیں کیونکہ ایک تو یہ سل میں کے اِحکام کو
نظر انداز کرتے ہیں، دوسرے آزادانہ سہارے ہوئے اور مسلسل شہتیروں میں تمیز
نہیں کرتے حالانکہ اس قاعدے میں کہ ضِ بڑا نہ ہو $\frac{1}{3}$ ل سے اس امتیاز
کی اہمیت ہے۔

ہماری رائے میں، اس طرح کا کوئی اختیاری قاعدہ کارآمد نہیں اور اس
مسئلے کا حل محض سل کے جزی زوروں پر موقوف ہونا چاہیے (دیکھو صفحہ ۱۱۲)۔

کسی خاص شہتیر میں، جب ضِ، گ اور ل مقرر ہو جائیں تو فولاد کا
فیصد اس ضابطے سے حاصل ہو سکتا ہے۔

$$ف = \frac{۱۰۰\ ات}{ضِ\ گ}$$

اور تعدیلی محور کی گہرائی، نیم قطری بازو اور مزاحمت کے معیار کا تعین اسی طرح

ہوگا جس طرح عرض ضی کے ایک مستطیلی شہتیر کے لیے جدول ا تا ۴ یا متناظر منحنیوں کے ذریعے ہوتا ہے۔

مثال۔ ایک خاص T شہتیر میں

ضی = ۹۰ انچ

گ = ۱۵ ″

ا = ۴ مربع انچ

گس = ۴ انچ

مزاحمت کا بے خطر معیار محسوب کرو۔ زور ۱۶۰۰۰ اور ۶۰۰۔

یہاں ف = $\frac{۱۰۰ \times ۴}{۱۵ \times ۹۰}$ = ۰٫۲۹۶

اس لیے شکل ۱۶ سے ش = ۰٫۰۵ × ۴۲ × ۹۰ × $(۱۵)^۲$

= ۸۶۰۰۰۰ پونڈ انچ

ان منحنیوں کا استعمال اسی صورت میں درست ہوگا کہ تعدیلی محور سِل کی نیچے کی سطح سے نیچے نہ ہو (شکل ۱۷ و)۔ اوپر کی مثال میں

ن = ۰٫۲۶۴ × ۱۵ = ۳٫۹۵ $>$ ۴،

اس لیے منحنی استعمال کیے جا سکتے ہیں۔

اگر تعدیلی محور نیچے واقع ہو جیسا کہ شکل ۱۷ (ب) میں ہوتا ہے تو زور نقشے کے اندر مثلث (۳، ۴، ۵) کے واقع نہ ہونے کی وجہ سے غلطی واقع ہوگی۔ اگر گس = $\frac{۴}{۵}$ ن تو پچکاؤ کے زور کے حساب میں غلطی صرف ۴ فیصد ہوگی۔

اس صورت کے لیے صحیح صحیح ضابطے آر۔آئی۔بی۔اے (R.I.B.A.) کی ۱۹۰۷ء، ۱۹۱۱ء کی رپورٹوں میں دیے گئے ہیں (دیکھو کتاب ہذا کا ضمیمہ ۲)۔

ہماری رائے میں یہ ضابطے عملی استعمال کے لیے بہت پیچیدہ ہیں۔ اور جب صورتِ حال یہ ہے کہ ض کی قیمت بالکل اختیاری طور پر لی جاتی ہے تو بعد کے عمل میں اتنی صحت ملحوظ رکھنے کی کوئی ضرورت نہیں معلوم ہوتی۔ عملی ضروریات کے لیے ذیل کا تقریبی طریقہ پیش کیا جاتا ہے۔

اگر $گ_س > \frac{۴}{۵}$ ن تو ہر صورت میں جدولیں ۱ تا ۴ استعمال کرو۔ اگر $گ_س < \frac{۴}{۵}$ ن تو

$$\frac{ن}{گ} = \frac{م\ ا_ت}{م\ ا_ت + ض_ں \times گ_س}$$

$ر$ = نیم قطری بازو = $گ - \frac{گ_س}{۲}$

تب ج = مجموعی پچکاؤ = $\frac{م}{گ - \frac{گ_س}{۲}}$

∴ $ج_ط$ = پچکاؤ کا اوسط زور = $\frac{ج}{ض_ں \times گ_س}$

اور ج = پچکاؤ کا اعظم زور = $ج_ط \times \frac{ن}{ن - \frac{گ_س}{۲}}$

معمولی فرشوں کی ساخت میں جو T شہتیر استعمال ہوتے ہیں اُن میں عام طور پر پچکاؤ کا زور بہت خفیف پایا جاتا ہے اور اس طرح اس کی قیمت درکار نہیں ہوتی۔ اِن صورتوں میں، صرف فولاد کا رقبہ مطلوب ہوتا ہے اور تقریباً

$$ا = \frac{م}{(گ - \frac{گ_س}{۲})\ ا_ت}$$

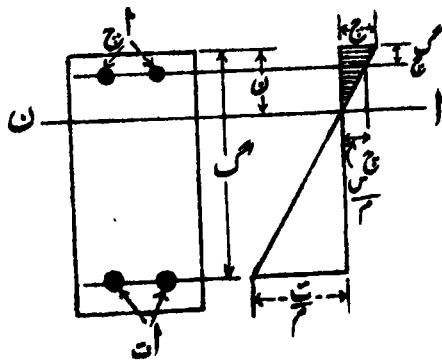
(ج) مستطیلی شہتیر جن میں پچکاؤ کا اِحکام ہو ——

اگر شہتیر میں پچکاؤ کے کنارے کے قریب بھی اِحکام ہو تو کنکریٹ میں زیادہ زور پیدا کیے بغیر زیادہ پچکاؤ برداشت کیا جا سکیگا اور اس طرح یہ ممکن ہو جائیگا کہ تناؤ کی جانب زیادہ فولاد اپنی پوری مضبوطی کے ساتھ استعمال کیا جا سکے۔ اس لیے ایسے شہتیر اُن صورتوں میں خاص طور پر کارآمد ہوتے ہیں جہاں خود شہتیر کا مردہ بوجھ بہت زیادہ ہو جاتا ہو اور اس کا گھٹانا نا مناسب ہو۔

نیز یہ بھی اکثر ہوتا ہے کہ لداؤ کی مختلف صورتوں کے تحت شہتیر کے دونوں جانب یعنی کبھی یہ کبھی وہ تناؤ کے تحت آئیں۔ اس صورت میں ظاہر ہے کہ دونوں جانبوں میں فولاد رکھنا ضروری ہے اور یہ فولاد ایک حد تک پچکاؤ برداشت کرنے میں بھی مدد دیگا۔

آگے چل کر (صفحہ ۵۲) ہم دکھائینگے کہ پچکاؤ کے رکن کی طولی سلاخوں کا زور ان کے قریب کے اطراف کے کنکریٹ کے زور کا م گنا ہوتا ہے۔

زیرِ بحث مسئلے کے لیے اس واقعے کو خوب اچھی طرح سمجھ لینا چاہیے اور اگر طالب علم اس کے اصول سے واقف نہیں تو صفحہ ۵۲ کا مطالعہ کرلے۔

شکل ۱۰ء

شہتیر جس کے پچکاؤ اور تناؤ دونوں رقبوں میں اِحکام ہے۔

اور یہ اصول بہت آسان ہے۔ صرف اس واقعے پر غور کیا جائے کہ چونکہ کسی نقطے پر بھی فولاد اور کنکریٹ کے درمیان حرکت نہیں ہونی چاہیے اس لیے دونوں کے فساد مساوی ہونے چاہئیں اور فساد مساوی ہوں تو زور مقیاسوں کی نسبت میں ہونگے۔

رکن کے ابعاد ض اور گ د کے علاوہ تین متغیر ل، اچ، گ چ ہیں۔ اِن میں گ چ پچکاؤ کے فولاد کی گہرائی پچکاؤ کے کنارے سے ہے۔ اِن مقداروں کے لیے ٹھیک ٹھیک ضابطے حاصل کیے جا سکتے ہیں لیکن یہ بہت پیچیدہ ہو جاتے ہیں کیونکہ تعدیلی محور کی گہرائی کا جملہ خود کچھ قابلِ لحاظ ہے۔ اور پھر یہ ضابطے ترسیم کے لیے بھی موزوں نہیں کیونکہ ان تین متغیروں کی تعداد بہت ہے۔

اس مشکل کا علاج دو طرح سے ہو سکتا ہے۔ ایک تو یہ کہ متغیروں کی تعداد کو کم کیا جائے۔ دوسرے یہ کہ تقریبی حساب لگایا جائے مثلاً اچ کو ل کے ساتھ ایک معین تناسب میں رکھ کر گ چ = $\frac{1}{10}$ گ لیا جا سکتا ہے جس سے متغیروں کی تعداد کم ہو جائیگی[1] اور منحنیوں کا ایک جُٹ کھینچا جا سکتا ہے۔ یا پچکاؤ کے فولاد کو پچکاؤ کی قوت کے مرکز پر مرتکز مانا جا سکتا ہے جس سے بہت آسان نتائج حاصل ہونگے اور اس کے معنی یہ ہونگے کہ گ چ = تقریباً $\frac{1}{10}$ گ لیا گیا ہے۔

لیکن چونکہ عملی مثالوں میں اس طرح کے مفروضے ٹھیک ٹھیک نہیں بیٹھینگے۔ مثلاً کسی عملی مثال میں گ چ عام طور پر ٹھیک ٹھیک $\frac{1}{10}$ گ کے مساوی نہیں ہوگا۔ اس لیے معلوم ہوا کہ یہ طریقہ بھی تقریبی ہے اور اس طرح اس کو ذیل کے تقریبی حسابات پر کوئی فوقیت نہیں جن کا اطلاق ہر صورت میں ہو سکتا ہے اور جن میں ضرورت ہو تو ایک مزید تقرب حاصل کر کے بڑی صحت پیدا کی جا سکتی ہے۔

یہ طریقہ اس پر مشتمل ہے کہ تعدیلی محور کی گہرائی کے لیے ایک قیمت فرض کر لی جائے۔ اب پچکاؤ کے اِحکام کا حساب لگایا جا سکتا ہے جو پچکاؤ کے زور کو گھٹانے کے لیے درکار ہو۔ اور اس کو یوں بھی بیان کیا جا سکتا ہے

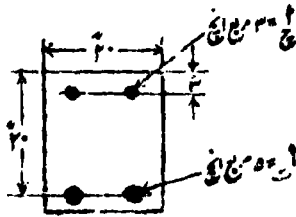
[1] دیکھو ٹرنیر (Turneaure) اور مارر (maurer) کی کتاب "محکم کنکریٹ کی تعمیر کے اصول" اور ٹیلر (Taylor) اور ٹامسن (Thompson) کی کتاب "کنکریٹ۔ سادہ اور محکم"۔

کہ اِحکام کی بجائے ایک زیادہ عریض شہتیر رکھ دیا گیا ہے۔ اس کو "معادل شہتیر" کہو۔ جب اس کا تعین ہوجائے تو اب مسئلہ اشکال ۱۰ تا ۱۶ کی مدد سے حل ہوجائیگا۔

مثال۔ مر = ۱ × ۱۰^۶ پونڈ انچ

شکل ۱۹ سے ف = (۵ × ۱۰۰) / (۲۰ × ۲۰) = ۱٫۲۵

اور اس قیمت کے لیے (شکل ۱۰ سے) ن = ۴۵٫۰ گ

= ۹ انچ

چونکہ بھچکاؤ کے اِحکام کا اثر یہ ہے کہ تعدیلی محور کو بھچکاؤ کے رُخ کے قریب تر لے آئے اس لیے ہم آزمائش کے طور پر ن = ۸ انچ لے سکتے ہیں۔

اب اگر کنکریٹ میں رشوں کا زور تعدیلی محور سے ۸ انچ کے فاصلے پر چ ہو تو ۵ انچ کے فاصلے پر ۵/۸ چ ہوگا اور بھچکاؤ کے فولاد کا اسی فاصلے پر چ‌ق ہوگا جہاں

چ‌ق = م × ۵/۸ چ

۲۰ ۲ ۲۰
ا‌چ = ۳ مربع انچ
ا = ۵ مربع انچ

شکل ۱۹

کنکریٹ کی وجہ سے مجموعی بھچکاؤ = ض × ن × چ/۲ = ۲۰ × ۸ × چ/۲ = ۸۰ چ

فولادی سلاخوں کی وجہ سے مزید بھچکاؤ = ا‌چ (چ × ۵/۸ × م − ۱)

= ۳ (چ × ۵/۸ × ۱۴) = ۲۶٫۲ چ

اگر بھچکاؤ کے فولاد کی مدد کے بغیر ہی زور پیدا کرنا ہو تو شہتیر کا مطلوبہ

عرض ۲۰ سے بڑھ کر یہ ہوگا

$$20 \times \frac{26.2 + 80}{80} = 26.5 \text{ انچ}$$

اس لیے معادل شہتیر کا عرض ½ ۲۶ انچ ہوا۔ اور اس میں تناؤ کی جانب ۵ مربع انچ فولاد ہے۔ اب اس کی بحث حسب معمول کی جاسکتی ہے:۔

$$\text{ف} = \frac{100 \times 5}{26.5 \times 20} = 0.0942$$

اس قیمت کے مماثل

$$\text{ب} = 0.864 \times 20 = 17.28 \text{ انچ} \quad (\text{شکل ۱۳ سے})$$

اور $\text{ت}_1 = 21.5$ (شکل ۱۲ سے)۔

$$\text{ت} = \frac{\text{م}}{\text{ا} \times \text{ب}} = \frac{1000000}{17.28 \times 5} = 11550 \text{ پونڈ فی مربع انچ}$$

اور $\text{چ} = \frac{\text{ت}}{\text{ت}_1} = \frac{11550}{21.5} = 538$ " " "

ف = ۰۹۴۲ء کے مماثل ن کی قیمت = $0.41 \times 20 = 8.2$ انچ

اور یہ ہماری مفروضہ قیمت ن = ۸ انچ کے کافی قریب ہے۔ بلکہ زور کے حسابات میں تو اتنا فرق بھی نہیں پڑیگا جتنا ۸٫۲ اور ۸ میں ہے۔

اوپر کی مثال اتنی تفصیل سے اس لیے حاصل کی گئی ہے کہ طریقہ اچھی طرح سمجھ میں آجائے۔ اور طریقہ سمجھ میں آجانے کے بعد چند سطروں میں حل حاصل ہوسکتا ہے۔

شہتیروں کے بچکاؤ کے احکام کے متعلق ذیل کے نکات اہم ہیں:۔

بچکاؤ کے فولاد میں زور م چ سے کبھی زیادہ نہیں ہوسکتا اور عموماً اس سے بہت کم رہیگا مثلاً ۰٫۶ م چ کیونکہ فولاد بچکاؤ کے کنارے کے نیچے اور اس طرح تعدیلی محور سے قریب تر رہتا ہے۔ م = ۱۵ اور چ = ۶۰۰ رکھنے سے حاصل ہوا کہ فولاد کا زور ۹۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے کبھی زیادہ نہیں ہوگا

اور عام طور پر اس سے کم ہی ۵۴۰۰ پونڈ فی مربع انچ تک ہوگا۔

اب ایک شہتیر پر غور کرو جس میں فولاد ۵ء۶ فیصدی ہے اور جس میں زور ۶۰۰ اور ۱۶۰۰۰ ہیں۔ اب اگر یہ مطلوب ہو کہ شہتیر کو اور زیادہ مضبوط کرنے کے لیے تناؤ کے فولاد کا فیصد بڑھایا جائے اور اتنا پچکاؤ کا فولاد شریک کیا جائے جو کنکریٹ کے زور کو ۶۰۰ سے بڑھنے نہ دے تو چونکہ مجموعی پچکاؤ اب بھی مجموعی تناؤ کے مساوی ہونا چاہیے اور چونکہ تناؤ کے فولاد میں زور ۱۶۰۰۰ تک پہنچ سکتا ہے اور پچکاؤ کے فولاد میں غالباً صرف ۵۴۰۰ تک اس لیے ضروری ہے کہ تناؤ کے فولاد کے ایک مربع انچ اضافے کے جواب میں پچکاؤ کا فولاد

$$\frac{16000}{5400} = 3$$ مربع انچ (تقریباً)

شریک کیا جائے۔

اس عمل سے ایک ایسا مقام آجائیگا جب کہ پچکاؤ کا فولاد تناؤ کے فولاد کے مساوی ہو جائیگا۔ اور اگر عمل جاری رکھا جائے تو پچکاؤ کا فولاد تناؤ کے فولاد سے بڑھ جائیگا۔ عملی طور پر ایسا بہت کم کیا جاتا ہے۔

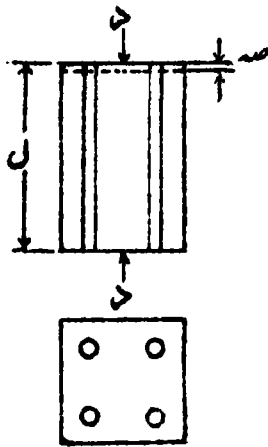
پچکاؤ کے لیے طولی فولاد استعمال کیا جائے تو بہت ضروری ہے کہ اس کو خمیانے سے روکا جائے۔ اندر کی طرف خمیانے سے تو اس کو وہ کنکریٹ روک دیگا جو اس کے اور تناؤ کے فولاد کے درمیان ہے۔ اس طرح صرف اس کی ضرورت ہے کہ تھوڑے تھوڑے فاصلوں سے بندھنوں کے ذریعے باہر کی طرف خمیانے کو روکا جائے (دیکھو ستون کی بحث باب ۵)۔

پوری پچکاؤ کور کو بازو کی طرف خمیانے سے روکنے کے لیے چاہیے کہ اس کا عرض فصل کے مقابلے میں بہت چھوٹا نہ رکھا جائے۔

سادہ پچکاؤ

پچکاؤ کے ارکان جو مرکز آلدے ہوئے اور متشاکل طور پر محکم ہوں۔

اگر ایک ستون کنکریٹ اور طولی فولاد پر مشتمل ہو تو اس کے خواص بہت پیچیدہ ہوتے ہیں اس وجہ سے کہ طولی فولاد میں خمپانے کا میلان ہوتا ہے اِلّا اس کے کہ بہت تھوڑے تھوڑے فاصلے سے کوئی بندش استعمال کی جائے اور اس وجہ سے کہ اگر یہ بندش استعمال کی جائے تو اس کا جو اثر طولی سلاخوں پر ہوتا ہے اُس کے علاوہ یہ اثر ہوتا ہے کہ کنکریٹ کے عرضی پھیلاؤ کو روکے۔ ان مسائل سے باب ۵ میں بحث کی گئی ہے۔

یہاں ان مسائل سے بحث کیے بغیر اس پر غور کیا جائیگا کہ اس طرح کے ستون کی مضبوطی خاص مفروضات کے تحت کیا ہوتی ہے۔ اس کی بحث بعد میں کی جائیگی کہ یہ مفروضات کن حالات کے تحت درست ہوتے ہیں۔ اس لیے یہاں یہ فرض کرلیا جائیگا کہ فولاد میں خمپانے کا میلان نہیں اور فولاد اپنی لچک کی حد کے اندر ہر زور برداشت کرسکتا ہے۔

یہاں مسئلے کو صاف کردینے کے لیے یہ بیان کرنا ضروری ہے کہ یہ کہنا غلط ہے کہ ستون کا بے خطر بوجھ فولاد اور کنکریٹ کے علحدہ علحدہ بے خطر بوجھوں کا مجموعہ ہے۔ کیونکہ ان بوجھوں پر ان دونوں مادوں کا تقصر مساوی نہیں ہوگا حالانکہ یہ ضروری ہے کہ کنکریٹ اور فولاد دونوں کے فساد ہر صورت میں مساوی ہوں۔

شکل نمبر ۲۰

متشاکل طور پر محکم رکن مرکزی دباؤ کے تحت

فرض کرو کہ ا = مجموعی رقبہ

$ا_ل$ = فولاد کا رقبہ

د = مجموعی بوجھ

اگر فولاد، کنکریٹ کے اندر نہ پھسلے تو فساد صہ دونوں کے لیے وہی ہوگا۔ اس طرح ان کے زوران کی لچک کے مقیاسوں کے تناسب میں ہونگے۔ ھوک کے قانون سے

$$\text{د}_{\text{ف}} = \text{فولاد پر بوجھ} = \text{ا}_{\text{ل}} \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} \text{ع}_{\text{ف}}$$

$$\text{د}_{\text{ک}} = \text{کنکریٹ پر بوجھ} = (\text{ا} - \text{ا}_{\text{ل}}) \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} \text{ع}_{\text{ک}}$$

ان کا مجموعہ، مجموعی بوجھ کے مساوی ہوگا۔ اس لیے

$$\text{د} = \text{ا}_{\text{ل}} \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} \text{ع}_{\text{ف}} + (\text{ا} - \text{ا}_{\text{ل}}) \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} \text{ع}_{\text{ک}}$$

لیکن $\text{ع}_{\text{ف}} = \text{م}\,\text{ع}_{\text{ک}}$

$$\text{د} = \text{ع}_{\text{ک}} \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} (\text{ا}_{\text{ل}}\text{م} + \text{ا} - \text{ا}_{\text{ل}})$$

یہاں $\text{ع}_{\text{ک}} \times \frac{\text{صہ}}{\text{ل}} = \text{کنکریٹ کا زور} = \text{ج}$

$$\text{د} = \text{ج} (\text{ا} + \text{ا}_{\text{ل}} \overline{\text{م} - ۱}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۷)$$

اس سے معلوم ہوگا کہ فولاد اپنے برابر رقبے کے کنکریٹ کے $\overline{\text{م} - ۱}$ گنے اثر کا اضافہ کرتا ہے۔ اسی وجہ سے جملہ

$$\text{ا} + (\text{م} - ۱)\,\text{ا}_{\text{ل}}$$

کو "معادل کنکریٹی رقبہ" کہا جاتا ہے اور $\text{ا}_{\text{ع}}$ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔

ضابطہ (۷) کو ستون کی تجویز میں استعمال نہیں کرنا چاہیئے سوائے اُن صورتوں کے جن میں عرضی بندش، خمیائے وغیرہ کے متعلق خاص خاص شرائط دی گئی ہوں۔ عام طور پر ستونوں کو ثانوی معیاروں کا بھی مقابلہ کرنا پڑتا ہے (باب ۷)۔

باب سوم

خماؤ اور راست قوتیں ملی ہوئی

ا۔ خماؤ اور تناؤ

اگر معیار اور راست تناؤ معلوم ہوں تو ان دونوں کی بجائے ایک راست تناؤ رکھا جا سکتا ہے جو اصلی تناؤ کے خطِ عمل سے (جو عام طور پر تراش کے مرکز میں سے گزرتا ہے) فاصلہ ز پر عمل کرے۔

اگر ت = مجموعی تناؤ

اور م = معیار

تو ز = $\frac{\text{م}}{\text{ت}}$

صورت ا۔ رُکن کے دونوں پہلو تناؤ میں —

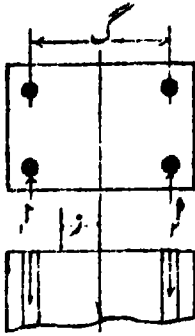
یہ صورت اس وقت واقع ہوتی ہے جب کہ حاصل تناؤ (ت) گ کی حدود کے اندر واقع ہو۔ اور ایسے لداؤ کے لیے صرف وہ رُکن موزوں ہیں جن کے دونوں پہلوؤں میں استحکام ہو۔

ذیل کے ضابطوں میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ تناؤ سارے کا سارا صرف فولاد برداشت کرتا ہے۔

فرض کرو $ا_1$ کے اندر زور = $ت_1$

" $ا_2$ " " = $ت_2$

تب $ت ا_1 = \frac{ت\ (\frac{گ}{2} + ز)}{گ}$ .... (۱)

$ت ا_2 = \frac{ت\ (\frac{گ}{2} - ز)}{گ}$ .... (۲)

ایک اہم بات یہ ہے کہ اگر صرف تناؤ ہو کھاؤ نہ ہو تو فولاد کے دونوں پہلوؤں کے ارکان میں سے کوئی بھی نصف سے کم تناؤ کے لیے تجویز نہ کیا جائے۔

اگر ت، گ کی حدود کے ذراسا باہر واقع ہو تو پھر بھی یہ ضابطے کافی طور پر صحیح رہتے ہیں۔صرف $ت_2$ منفی ہوجاتا ہے۔

شکل ۲۱

کھاؤ اور تناؤ ملے ہوئے۔ت،گ کی حدود کے اندر

صورت ۲۔ت، گ کی حدود کے باہر۔ارکان میں اکہرا احکام۔

فرض کرو کہ　ت = راست تناؤ

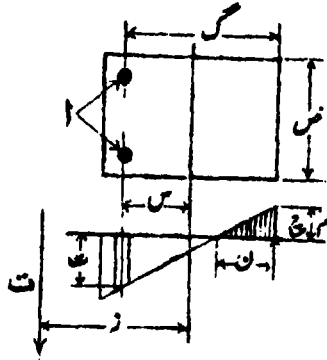
م = بیرونی معیار

اور فرض کرو کہ ت اور چ معلوم ہیں۔تب

$$\frac{ن}{گ} = \frac{م\ چ}{ت + م\ چ}$$

$$\text{مجموعی بھچکاؤ} = \frac{ن\ ض}{2} \times چ$$

مجموعی تناؤ = ا × ت

∴ ت = ا × ت ـ $\frac{ن ض}{۲}$ چ .... (۳)

شکل ۲۲

کھاؤ اور تناؤ ملے ہوئے ۔ ت ، گ کے باہر

تناؤ کے مرکز کے گرد معیار لینے سے

ت (ز ـ س) = $\frac{ن ض}{۲}$ × چ × (گ ـ $\frac{ن}{۳}$) ...... (۴)

لیکن م = ت ز جہاں ز = خروج المرکز

(۴) کو (۳) سے تقسیم کرنے سے

$$ز ـ س = \frac{\frac{ن ض گ}{۲} چ ـ \frac{ن^۲ ض چ}{۶}}{\frac{ف ض گ}{۱۰۰} × ت ـ \frac{ن ض چ}{۲}}$$

$$= \frac{(گ ـ \frac{ن}{۳}) ۵۰ \frac{چ}{ت} × ن}{ف گ ـ ۵۰ \frac{چ}{ت} ن} .... (۴ الف)$$

$$\frac{ن}{گ} = \frac{م چ}{ت + م چ} = \frac{م چ}{چ ت + م چ} = \frac{م}{ت + م}$$

جہاں $ت_۱ = \frac{ت}{چ}$ ، حسب سابق

$$\therefore \quad گ - \frac{ن}{۲} = گ\left(۱ - \frac{ن}{۲گ}\right)$$

$$= گ\left\{۱ - \frac{م}{۳(ت_۱+م)}\right\}$$

$$= \frac{گ(ت_۱ + \frac{۲}{۳}م)}{ت_۱ + م}$$

(گ - $\frac{ن}{۲}$) کی اس قیمت کو (۴ ا) میں مندرج کرنے سے

$$\frac{ز-س}{گ} = \frac{\frac{ت_۱ + \frac{۲}{۳}م}{ت_۱ + م} \times \frac{۵۰}{ت_۱} \times \frac{م گ}{ت_۱ + م}}{ف گ - \frac{۵۰}{ت_۱} \times \frac{م گ}{ت_۱ + م}}$$

$$= \frac{\frac{ت_۱ + \frac{۲}{۳}م}{ت_۱ + م} \times \frac{۵۰ م}{ت_۱}}{ف(ت_۱+م) - \frac{۵۰م}{ت_۱}} \quad \dots\dots\dots\dots (۵)$$

م = ۱۵ ہو تو

$$\frac{ز-س}{گ} = \frac{\frac{ت_۱ + ۱۰}{ت_۱ + ۱۵} \times \frac{۷۵۰}{ت_۱}}{ف(ت_۱+۱۵) - \frac{۷۵۰}{ت_۱}} \quad \dots\dots\dots\dots (۵ ا)$$

اور م = ۱۰ ہو تو

$$\frac{ز-س}{گ} = \frac{\frac{ت_۱ + \frac{۲۰}{۳}}{ت_۱ + ۱۰} \times \frac{۵۰۰}{ت_۱}}{ف(ت_۱+۱۰) - \frac{۵۰۰}{ت_۱}} \quad \dots\dots\dots\dots (۵ ب)$$

اشکال ۲۳، ۲۴ میں $ت_۱$ کی قیمتیں $\frac{ز-س}{گ}$ کی قیمت ۴ تک کے لیے اور فولاد کے فیصد ۳ تک کے لیے دی گئی ہیں۔ م = ۱۵ لینے سے شکل ۲۳ اور م = ۱۰ لینے سے شکل ۲۴ حاصل ہوئی۔ زیادہ فیصد کی مثالیں عموماً صورت ۱ کے تحت آئینگی۔

$\frac{ز-س}{گ}$ کی زیادہ قیمتوں کے لیے حل صورت ۳ کے تحت ملیگا۔

کسی دیے ہوئے رکن میں منحنی ۲۳ یا ۲۴ کی مدد سے زور معلوم کرنا بہت آسان ہے۔ کیونکہ جب رکن دیا ہوا ہے تو ض، گ، ۲ (اور اس طرح ف) معلوم ہیں اور لگائی ہوئی قوت ۓ اور اس کا فاصلہ ز بھی معلوم ہیں۔ اس طرح $\frac{ز-س}{گ}$ معلوم ہے۔ اب دیے ہوئے ف کے لیے شکل ۲۳ یا ۲۴ سے $ت_۱$ کی قیمت معلوم کرلینا بہت آسان ہے۔

ضابطہ (۴) سے،

$$ت = ۱ \times ت - \frac{ن ض}{۲} \times چ$$

$$= ۱ ت - \frac{گ ض}{۲} \times \frac{م}{ت_۱ + م} \times \frac{ت}{ت_۱}$$

$$\text{اس لیے کہ}\quad ن = گ \frac{م}{ت_۱ + م}$$

$$\text{اور}\quad چ = \frac{ت}{ت_۱}$$

$$\text{اس طرح}\quad ت = \frac{ۓ}{۱ - \frac{ض گ}{۲} \times \frac{م}{(ت_۱ + م) ت_۱}} \quad \cdots\cdots (۶)$$

لیکن اس جملے میں نقص یہ ہے کہ عموماً نسب نما دو بڑی مقداروں کا چھوٹا سا فرق ہوتا ہے۔ اس لیے ذیل کا حل زیادہ صحیح ہے:—

مساوات (۳) کو (گ - ن/۳) سے ضرب دیکر (۲) میں جمع کرو۔

تب ت {ز-س + (گ - ن/۳)} = ا ت (گ - ن/۳)

∴ ت = ا ت × (گ - ن/۳) / ((ز-س) + (گ - ن/۳))

یا ت = ت/ا × ((ز-س) + (گ - ن/۳)) / (گ - ن/۳) .... (۷)

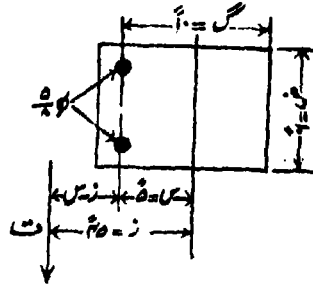
حسب سابق (ز-س) دیا ہوا ہوگا اور مقدار (گ - ن/۳) صرف زوروں کی نسبت تت پر منحصر ہوگی۔
اس لیے شکل ۲۲ یا ۲۳ سے تت کی صحیح قیمت لے کر (گ - ن/۳) کی متناظر قیمتیں شکل ۲۴ سے لے لیں (دیکھو صفحہ ۴۰) تو ضابطہ (۷) سے ت فوراً معلوم ہو جائیگا اور اس حل سے بڑی صحت حاصل ہو سکتی ہے کیونکہ ت کے بدلنے سے (گ - ن/۳) بہت آہستہ بدلتا ہے۔

صورت ۳ - (ز-س)/گ > ۴ کے لیے حل۔

اس صورت میں تناؤ کی قوت خماؤ کے معیار کے مقابلے میں اتنی کم ہے کہ رکن کی تجویز خماؤ کے معیار کے لحاظ سے بطور سادہ شہتیر کے کی جاسکتی ہے۔ اور تناؤ کا بس اتنا اثر مان لیا جاسکتا ہے کہ اس سے فولاد کا تناؤ کا زور بقدر ت/ا۲ کے بڑھ جائیگا اور کنکریٹ کا پچکاؤ کا زور بقدر ت/مں حں کے گھٹ جائیگا۔

ایک مثال سے یہ بالکل واضح ہو جائیگا۔
فرض کرو کہ فولاد دو ۵/۸" قطر کے ڈنڈوں پر مشتمل ہے جس سے

ا = ۶۱۴ء مربع انچ

اور ف = $\frac{۶۱۴ء}{۶۰}$ × ۱۰۰ = ۱ء۰۲

شکل ۲۵

فرض کرو کہ ت = ۸۰۰ پونڈ

اور ہر محور کے گرد = ۳۶۰۰۰ پونڈ انچ

تب ز = $\frac{۳۶۰۰۰}{۸۰۰}$ = ۴۵"

اور ز۔س = ۴۰"

∴ $\frac{ز۔س}{گ}$ = ۴

یعنی یہ صورت صورت ۲ اور صورت ۳ کی حد پر ہے۔ اور اس کو دونوں کی مدد سے حل کیا جا سکتا ہے۔

صورت ۲ کی مدد سے حل:۔

ضابطہ (۷) سے ت = $\frac{ت}{ا} \times \frac{(ز۔س) + (گ - \frac{ن}{۲})}{گ - \frac{ن}{۲}}$

م = ۱۵ لے کر شکل ۲۳ کا منحنی استعمال کرنے سے

ت = ۲۳٫۳

اور اب شکل ۱۲ کے منحنی کی مدد سے

گ - ن/۲ = ۸۶٫۰ گ

= ۸٫۶ انچ

∴ ت = ۸۰۰/۶۱۴٫ × (۸٫۶ + ۴۰)/۸٫۶

= ۲۸۰٫ پونڈ فی مربع انچ

اور چ = ت/ت = ۳۱۴ پونڈ فی مربع انچ

صورت ۳ کی مدد سے حل (تقریبی):—

ف = ۰۲٫۰ ہونے سے اور راست تناؤ کو نظر انداز کرنے سے شکل ۱۰ کے منحنی سے

ن = ن/گ = ۴۲٫

∴ مجموعی دباؤ = ۴۲٫ × ۱۰ × ۶ × چ/۲ = ۱۲٫۶ چ

نیم قطری بازو = ۸۶٫ × ۱۰ = ۸٫۶ انچ

∴ چ = ۳۶۰۰۰/(۱۲٫۶ × ۸٫۶) = ۳۳۳ پونڈ فی مربع انچ

اور ت = ۳۶۰۰۰/(۶۱۴٫ × ۸٫۶) = ۶۸۳۰ پونڈ فی مربع انچ

اب راست تناؤ کی رعایت سے ت میں یہ اضافہ کرو

ت/۱۲ = ۸۰۰/(۶۱۴٫ × ۲) = ۶۵۰ پونڈ فی مربع انچ

جس سے ت = ۷۴۸۰ پونڈ فی مربع انچ

ج کو بقدر $\frac{ت}{من گ} = \frac{۴۰۰}{۳۰}$ = ۱۳ پونڈ فی مربع انچ کم کرو جس سے

ج = ۳۲۰ پونڈ فی مربع انچ

دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ یہ نتائج صورت ۲ کی مدد سے حاصل شدہ نتائج کے بہت مطابق ہیں۔ اور حل ۳ کی صحت $\frac{ز-س}{گ}$ کو بڑھانے سے بڑھتی ہے۔

کسی رکن کو تجویز کرنے کے لیے بھی اشکال ۲۳، ۲۴ کے منحنی کا استعمال زوروں کا حساب لگا کر تجویز کرنے سے زیادہ آسان ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ ایک رکن کو تجویز کرنا ہے جس پر خماؤ کا معیار ۱۰۰۰۰۰ پونڈ انچ اور راست تناؤ ۵۰۰۰ پونڈ ہے۔

یہاں ز = $\frac{۱۰۰۰۰۰}{۵۰۰۰}$ = ۲۰″

فرض کرو کہ رکن کی مجموعی گہرائی = ۱۲″

کنارے سے فولاد کے مرکز تک فاصلہ = ۲″

∴ فولاد کے مرکز تک رکن کی گہرائی = ۱۰″

تناؤ تراش کے مرکز پر عمل کرے تو س = ۴″

∴ $\frac{ز-س}{گ} = \frac{۲۰-۴}{۱۰}$ = ۱٫۶

اگر قیمت م = ۱۵ استعمال کریں تو شکل ۲۳ پر ایک اُفقی خط $\frac{ز-س}{گ}$ = ۱٫۶ کے مائل کھینچنے سے معلوم ہو جائیگا کہ ت ؍ کی کسی منتخبہ قیمت کے لیے ف کی کونسی قیمت ضروری ہے۔

مثلاً اگر ہم ج = ۶۰۰، ت = ۱۶۰۰۰ لیں

تو $ت_۱ = \frac{ت}{ج}$ = ۲۶٫۷

ت کی اس قیمت کے لیے ف = ۱،۱

اور شکل ۱۴۱ سے ت = ۰،۲۶ کے لیے $\frac{گ - \frac{ن}{۲}}{گ}$ کی قیمت ۰،۸۸ ہے۔

∴ $گ - \frac{ن}{۲} = ۰،۸۸ \times ۱۰ = ۸،۸$ انچ، اس طرح ضابطہ (۷) سے

$$۱ = \frac{ت}{ت} \times \frac{(ز - س) + (گ - \frac{ن}{۲})}{گ - \frac{ن}{۲}}$$

$$= \frac{۵۰۰۰}{۱۶۰۰۰} \times \frac{۱۶ + ۸،۸}{۸،۸} = ۰،۸۸ \text{ مربع انچ}$$

∴ ف = ۱،۱ لینے سے

$$ض گ = \frac{۰،۸۸ \times ۱۰۰}{۱،۱} = ۸۰ \text{ مربع انچ}$$

جس سے $ض = \frac{۸۰}{۱۰} = ۸$ انچ۔

کفایت :-

ایسے رُکن میں جو خماؤ اور تناؤ دونوں کے تحت میں ہو اور جس میں ض اور گ دونوں متغیر ہوں کفایت عموماً اس طرح حاصل ہوگی کہ $\frac{گ}{ض}$ کو ممکنہ طور پر بڑا بنایا جائے خاص کر جبکہ $\frac{ز - س}{گ}$ چھوٹا ہو۔

اس طرح اگر زور ۱۶۰۰۰، ۷۰۰ بحال رکھے جائیں اور گزشتہ مثال میں مجموعی گہرائی ۱۸" یا گ = ۱۶" لے کر اس کو نئے سرے سے تجویز کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ فولاد کا رقبہ گھٹ کر ۰،۵۶ مربع انچ رہ جائیگا اور عرض ۲،۲ انچ۔

اس طرح فولاد گھٹ گیا اور اس کا گھٹاؤ

$$= \frac{۰،۸۱ - ۰،۵۶}{۰،۸۱} \times ۱۰۰ = ۳۱ \text{ فی صدی}$$

اور کنکریٹ کا گھٹاؤ

$$= \frac{۷،۳۵ \times ۱۲ - ۲،۲ \times ۱۸}{۷،۳۵ \times ۱۲} \times ۱۰۰ = ۵۵ \text{ فی صد}$$

قالب کی لاگت بے شک بڑھ جائیگی اور اس کا تصفیہ کہ گ/ب کو کتنی بڑی قیمت دی جائے ہر صورت کے ذاتی حالات پر منحصر رکھنا چاہیے۔ اس کا خیال رکھنا چاہیے کہ رکن اتنا مضبوط ہو کہ کوئی اتفاقی میعار جانبی سمت میں لگ جائے تو رکن اس کو برداشت کر سکے۔ ظاہر ہے کہ اس نقطۂ نظر سے ۸"×۲و۴' والا رکن بہت نازک ہوگا۔

صورت ۴ ۔ ارکان جو خماؤ اور تناؤ دونوں کے تحت ہوں اور جو تناؤ اور پچکاؤ دونوں کے رقبوں میں محکم ہوں۔

کوٹھا دیواروں اور دیگر مثالوں میں جن میں خماؤ اور تناؤ ملے ہوئے پائے جاتے ہیں میعاروں کی تقلیب واقع ہوتی رہتی ہے اس لیے ایسی تعمیروں کو دونوں پہلوؤں میں محکم کرنا چاہیے۔ اس صورت میں پچکاؤ کے رُخ کی مزاحمت اِحکام کی وجہ سے بڑھ جاتی ہے۔

(۱) راست حل :۔

ایک دقت یہ ہے کہ اس مسئلے میں اتنے متغیر ہیں کہ عام مساواتیں جن کا ہر صورت پر اطلاق ہو سکے بہت پیچیدہ ہوتی ہیں اور اُن کو استعمال کرنا بھی آسان نہیں ہوتا۔ اس وجہ سے ہم ایک بالواسطہ حل پیش کرینگے (صفحہ ۷۰) جو ہر صورت پر لگ سکتا ہے یعنی غیر متماثل اِحکام پر اور سلاخوں پر کنکریٹ کی کسی پوشش پر۔

شکل ۲۶

خماؤ اور تناؤ والے ارکان جو دونوں پہلوؤں میں محکم ہوں۔

مگر تکمیل کی خاطر راست حل کے ضابطے بھی یہاں درج کر دیے جاتے ہیں۔

شکل ع۲۶ کی ترقیم کو برقرار رکھتے ہوئے ذیل کی چار مساواتیں حاصل ہوتی ہیں :-

$$\text{ت} = \text{ا}_{\text{ت}} \times \text{ت} - \frac{\text{ن ض چ}}{۲} - \text{ا}_{\text{چ}}\ \text{چ}_{\text{ف}}$$

$$\text{م} = \text{ا}_{\text{ت}} \times \text{ت} \times \text{س}_{\text{ت}} + \frac{\text{ن ض چ}}{۲}\left(\frac{\text{گ}_{\text{ت}}}{۲} - \frac{\text{ن}}{۳}\right) + \text{ا}_{\text{چ}}\ \text{چ}_{\text{ف}}\ \text{س}_{\text{چ}}$$

$$\text{ت} = \text{م}\ \text{چ}\ \frac{\left(\text{س}_{\text{ت}} + \frac{\text{گ}_{\text{ت}}}{۲} - \text{ن}\right)}{\text{ن}}$$

$$\text{چ}_{\text{ف}} = \text{م}\ \text{چ}\ \frac{\left(\text{س}_{\text{چ}} - \frac{\text{گ}_{\text{ت}}}{۲} + \text{ن}\right)}{\text{ن}}$$

اِن میں پہلی مساوات اس طرح حاصل ہوتی ہے کہ بیرونی قوت ت کو تمام اندرونی قوتوں کے مجموعے کے مساوی رکھیں۔ دوسری اِس طرح کہ تراش کے مرکز کے گرد بیرونی معیار م کو اندرونی معیاروں کے مجموعے کے مساوی رکھیں اور تیسری اور چوتھی مساواتیں خطی زور نقشہ سے فوراً حاصل ہو جاتی ہیں۔

اِن ضابطوں میں اتنے متغیر شامل ہیں کہ عام صورت راست حل نہیں ہو سکتی۔ البتہ متشاکل اِحکام، پر ہی نظر رکھیں تو بہت آسانی پیدا ہو جاتی ہے۔ اِس صورت میں

$$\text{ا}_{\text{ت}} = \text{ا}_{\text{چ}}$$

$$\text{س}_{\text{ت}} = \text{س}_{\text{چ}}$$

اِن کی مدد سے اوپر کی چار مساواتوں کو اکٹھا کرنے سے ن کے لیے یہ مساوات حاصل ہوتی ہے :-

$$\text{ن}^{۳} - ۳\text{ن}^{۲}\left(\frac{\text{گ}_{\text{ت}}}{۲} + \frac{\text{م}}{\text{ت}}\right) - ۱۲\,\text{ن}\left(\frac{\text{م}}{\text{ت}} \times \frac{\text{ا}_{\text{چ}}}{\text{ض}}\right) + ۶\,\frac{\text{ت}}{\text{ض}}\left(\frac{\text{م}}{\text{ت}}\,\text{گ}_{\text{ت}} - ۲\,\text{س}^{۲}\right) = ۰$$

یہ ایک کعبی مساوات ہے جس کو راست حل کرنا مشکل ہے۔ البتہ ترسیم کے ذریعہ یعنی منحنیوں کا ایک سلسلہ کھینچ کر حل حاصل ہو سکتا ہے لیکن یہ سلسلہ کنکریٹ کی پوشش کی ایک معین قیمت کے لیے کھینچنا پڑیگا ۔ پروفیسر موُرش[1] نے ایک ایسا سلسلہ س = ۰٫۴۲ گ کے لیے دیا ہے ٹیلر اور ٹامسن[2] نے ایک سلسلہ س = ۰٫۴ گ کے لیے دیا ہے۔

ظاہر ہے کہ س کی ایک خاص قیمت لینے سے ان منحنیوں کے اطلاق کا دائرہ محدود ہوجاتا ہے کیونکہ عملی صورتوں میں بہت سی مثالیں ایسی پیش آتی ہیں کہ س کی اور اور قیمتیں اختیار کرنی پڑتی ہیں مثلاً کوٹھا دیواروں میں س اکثر ۰٫۴ گ سے کم ہوتا ہے۔

مثلاً ۵" کی دیوار میں ½" کی سلاخیں اور ½" کی کنکریٹ کی پوشش ہوتو

س = (۱ ۳/۴ ÷ ۵) گ = ۰٫۳۵ گ

اسی محدودیت کی وجہ سے یہ منحنی یہاں نہیں دیے گئے۔

(ب) بالواسطہ حل :-

یہ ہر صورت پر حاوی ہے چنانچہ اُن صورتوں پر بھی جن میں ۱ اور ۱ج مساوی نہ ہوں اور س۱ اور س ج مساوی نہ ہوں۔

طریقہ یہ ہے کہ تراش کو صرف تناؤ کے پہلو میں محکم سمجھا جائے جیسا کہ صورت ۲ میں ہوتا ہے۔

پچکاؤ کے اِحکام کا نتیجہ یہ ہے کہ پچکاؤ کے پہلو کی مزاحمت بڑھ جاتی ہے اس لیے یہ تصور کیا جاسکتا ہے کہ احکام کی بجائے عرض بڑھا دیا گیا۔ ذیل کی مثال سے یہ طریقہ واضح ہوگا۔

---

[1] دیکھو Prof Mörsch کی کتاب "Der.Eisenbetonbau"

[2] دیکھو Taylor and Thompson کی کتاب "Concrete Plain and Reinforced"

مثال ۱- کوٹھا (Silo) دیوار ۶" موٹی، احکام ۵/۸" فہ سلاخوں کا جن کے مرکزوں کے درمیان فاصلہ ۶"، کنکریٹ کی پوشش ۱/۲" (شکل ۲۷)-
راست تناؤ ت = ۲۵۰۰ پونڈ، م = ۲۵۰۰۰ پونڈ انچ، زور محسوب کرو۔

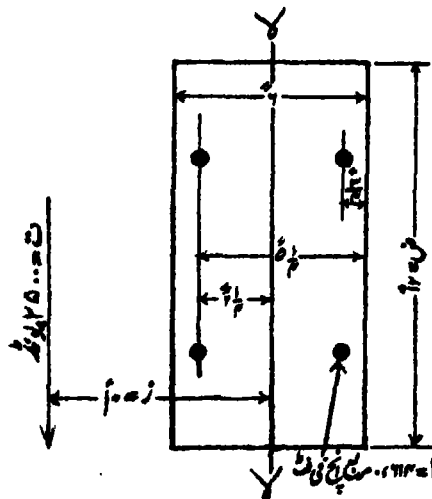
$$\text{یہاں}\ ز = \frac{م}{ت} = ۱۰\ \text{انچ}$$

$$\therefore \frac{ز - س}{گ} = \frac{۱۰ - ۲\frac{۱}{۴}}{۵\frac{۱}{۴}} = ۱٫۴۷۵$$

سِل کا عرض ض = ۱۲" لیا جائے تو

$$ا = ۰٫۶۱۴\ \text{مربع انچ}$$

$$ف = \frac{۱۰۰ \times ۰٫۶۱۴}{۱۲ \times ۵\frac{۱}{۴}} = ۰٫۹۷۵\ \text{فیصدی}$$

شکل ۲۷

اب پہلا کام یہ دیکھنا ہے کہ احکام کی وجہ سے پچکاؤ کی مزاحمت کس حد تک بڑھ جاتی ہے۔

اس مطلب کے لیے ن کی ایک تقریبی قیمت حاصل کرنی ہوگی۔ تھوڑی دیر کے لیے پچکاؤ کے احکام کو نظرانداز کردیں تو چونکہ معلوم ہے کہ

ف = ۹۷۵ء

اور (ز ـ س) / ح = ۱۱۴۷۵

اس لیے شکل ۲۳ کے منحنی سے

ت۱ = ت / چ = ۲۸٫۲

∴ شکل ۱۰ کے منحنی سے

ن۱ = ن / ح = ۰٫۳۴۷

[یا راست ن۱ = م / (ت۱ + م) = ۱۵ / (۱۵ + ۲۸٫۲) = ۰٫۳۴۷]

∴ ن = ۰٫۳۴۷ × ۵ ۱/۴ = ۱٫۸۲ انچ

∴ کنکریٹ میں مجموعی پچکاؤ = ض ن چ / ۲ = (چ × ۱٫۸۲ × ۱۲) / ۲

= ۱۰٫۹ چ

∴ پچکاؤ کے فولاد میں زور = م چ (۱٫۸۲ − ۰٫۷۵) / ۱٫۸۲

∴ فولاد کی وجہ سے پچکاؤ کا اضافہ = (م-۱) چ × (۱٫۸۲ − ۰٫۷۵) / ۱٫۸۲ × ۲

= ۱۴ × ۰٫۵۹ × ۰٫۶۱۴ × چ

= ۵٫۰۶ چ

پھیلاؤ کا اضافہ فی صدی $= \frac{۵٫۰۶}{۱۰٫۹} \times ۱۰۰ = ۴۶$ فی صدی

اس لیے ہم اِحکام کی بجائے اب یہ تصور کر سکتے ہیں کہ سِل کا عرض بقدر اِس فیصد کے بڑھ گیا اور اِس مثال کو صورت ۲ کی مثال سمجھ کر حل کیا جا سکتا ہے جس طرح شکل ۲۸ میں دکھایا گیا ہے۔

شکل ۲۸

سِل کا معادل عرض ضَ $= ۱۲ \times ۱٫۴۶$
$= ۱۷٫۶$ انچ

اس سِل کے لیے فی صد = فَ

$= \frac{۰٫۶۱۴}{۱۷٫۶ \times ۵\frac{۱}{۲}} \times ۱۰۰ = ۰٫۶۶۵$

اب فَ $= ۰٫۶۶۵$ اور $\frac{ز-س}{گ} = ۱٫۴۷۵$ کے لیے منحنی سے

تَ $= ۳۵٫۰$

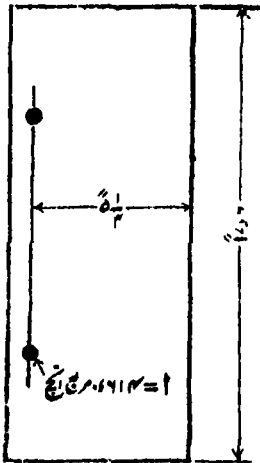
اور گ $- \frac{ن}{۳}$ کی مماثل قیمت شکل ۱۲ کے منحنی سے یا راست یہ حاصل ہوگی

گ $- \frac{ن}{۳} = ۰٫۹۱$ گ $= ۴٫۲۵$ انچ

$$\therefore \quad ت = \frac{ت}{۱} \times \frac{(ز-س) + (گ - \frac{ن}{۳})}{(گ - \frac{ن}{۳})}$$

$$= \frac{۲۵۰۰}{۰٫۶۱۴} \times \frac{۴٫۲۵ + ۷٫۷۵}{۴٫۲۵}$$

$= ۱۰۸۰۰$ پونڈ فی مربع انچ

ج $= \frac{ت}{تَ} = \frac{۱۰۸۰۰}{۳۵٫۰} = ۳۰۸$ پونڈ فی مربع انچ

اس طریقہ سے ت خاصی صحت کے ساتھ حاصل ہوتا ہے کیونکہ (گ - ن/۳)
ہی ایک جملہ ہے جو راست طور پر دیا ہوا نہیں اور یہ جملہ ج کے ساتھ بہت آہستہ بدلتا ہے۔
غلطی ایک فیصدی سے شاید ہی زیادہ ہو۔ ج کی غلطی عملی مثالوں میں ۵ فیصدی تک ہو سکتی ہے
اس مثال کو تفصیل کے ساتھ حل کیا گیا ہے تاکہ طریقہ سمجھ میں آجائے ورنہ
یہ عمل چند سطروں کا ہے۔

اگر زیادہ صحت درکار ہو تو ت۱ کو ۲،۲۸ کی بجائے ،،۳۵ لے کر دوسرا
تقرب حاصل کیا جا سکتا ہے۔

یہ دیکھنا دلچسپی سے خالی نہ ہوگا کہ اگر بچکاؤ کا احکام نہ ہوتا تو زور یہ ہوتے

$$ت = \frac{۲۵۰۰}{۱،۷۱۴} \times \frac{۴،۲۶۴ + ۷،۷۵}{۴،۲۶۴} = ۱۰۸۹۰$$ پونڈ فی مربع انچ

اور $$ج = \frac{۱۰۸۹۰}{۲۸،۴} = ۳۸۶$$ پونڈ فی مربع انچ

اس سے اس بات کا اندازہ ہوگا کہ بچکاؤ کے فولاد کا اثر زور پر کیا ہوتا ہے۔ یہ اثر
فولاد پر کم ہوتا ہے مگر کنکریٹ پر خاصا ہوتا ہے۔

۲۔ خماؤ اور بچکاؤ

معیار اور راست بچکاؤ دیے ہوئے ہوں تو ان کی بجائے ایک بچکاؤ لیا جا سکتا
ہے جو ایک خاص خروج المرکز ز پر عمل کرے اور یہ

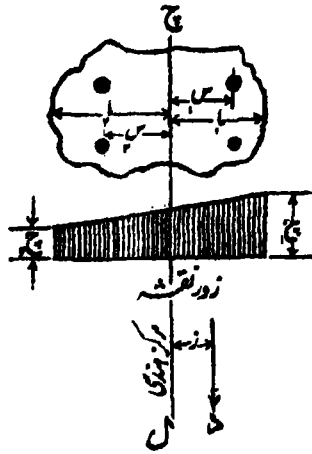
$$ز = \frac{م}{د}$$

جہاں　د = دباؤ یا بچکاؤ
　　　م = معیار

صورت ۱ ـــ جس میں خروج المرکز اتنا چھوٹا ہے کہ رکن کے
اندر کہیں بھی تناؤ نہیں پیدا ہوتا۔

نوٹ:- اگر تراش غیر محکم ہو تو نے گ/۲ پر تناؤ پیدا ہو جاتا ہے۔ اگر تراش

محکم ہو تو جائز خروج المرکز $\frac{گ}{پ}$ اور س کے درمیان ہوتا ہے (دیکھو شکل نمبر ۲۹) اور اس کی مقدار احکام کے فیصد پر منحصر ہوتی ہے۔

خروج المرکز کو معادل تراش کے مرکز ہندسی سے ناپنا چاہیے یعنی فولاد کے رقبے کی بجائے اس کا "م" گنا کنکریٹ رقبہ رکھنے کے بعد جو تراش حاصل ہو اس کے مرکز سے۔

شکل نمبر ۲۹۔ خماؤ اور پچکاؤ چھوٹے خروج المرکز کے ساتھ

عام صورت میں جس میں رقبہ کسی غیر متشاکل شکل کا ہو اور فولاد غیر متشاکلاً رکھا گیا ہو (شکل نمبر ۲۹) کنکریٹ کے اعظم اور اقل زور یہ ہونگے:-

$$چ_۱ = \frac{د}{ا_ع} + \frac{م\,م_۱}{ح_ع} \quad \text{.......(۱۸)}$$

$$چ_۲ = \frac{د}{ا} - \frac{م\,م_۲}{ح_ع} \quad \text{.........(۱۸ب)}$$

جہاں $ا_ع$ معادل رقبہ ہے اور تعریف کی رُو سے $= ا + (م-۱) ا_ل$

اور $حـ_ع$ معادل معیار جمود ہے اور $= حـ + (م-۱) حـ_ل$

جہاں حـ کنکریٹ کا اور $حـ_ل$ فولاد کا معیارِ جمود معادل تراش کے مرکزِ ہندسی کے گرد ہے۔

کسی تراش میں جو تشاکلاً محکم ہو معادل تراش کا مرکز اصلی تراش کے مرکز پر منطبق ہوگا اور اگر یہ تراش مستطیلی ہو (شکل ۳۰) تو

$$حـ_ع = \frac{ض گ^۳}{۱۲} + (م-۱) ا_ل س^۲$$

∴ اب $چ_۱$ اور $چ_۲$ کے جملے یہ ہونگے:-

$$چ_۱ \text{ اور } چ_۲ = \frac{د}{ا + (م-۱) ا_ل} \pm \frac{م \frac{گ}{۲}}{\frac{ض گ^۳}{۱۲} + (م-۱) ا_ل س^۲} \quad \ldots (۹)$$

مثال ـــ ایک ستون ۱۸" × ۱۲" جس میں چار سلاخیں ۱/۴ ۱" قطر والی اور کنکریٹ کی پوشش ۱/۲ ۱" ہے بوجھ ۱۰۰۰۰۰ پونڈ کے تحت آتا ہے اور ۲۰۰۰۰۰ انچ پونڈ کا خماؤ کا معیار اِس کے چھوٹے محور کے گرد لگایا جاتا ہے۔ زور محسوب کرو۔

یہاں $د = ۱۰۰۰۰۰$ پونڈ

$م = ۲۰۰۰۰۰$ انچ پونڈ

$ا = ۱۸ \times ۱۲ = ۲۱۶$ مربع انچ

$(م-۱) = ۱۴$ (زیادہ صحیح قیمت ستون کے لیے آگے دی جائیگی)

$ا_ل = ۴ \times ۱٫۲۲۷ = ۴٫۹۰۸$ مربع انچ

$\frac{گ}{۲} = ۹$ انچ

س = ۹ − (۳/۴ + ۱ ۱/۴) = ۷ انچ

ج اور ج۱ = ۱۰۰۰۰۰ / (۹۸۷۵ + ۲۱۶) ± ۹ × ۲۰۰۰۰۰ / (۲۷ × ۷۷۰٫۴ × ۱۴ + ۱۸ × ۱۲۳ / ۱۲)

= ۳۱۹ ± ۱۷۲

جس سے ج۱ = ۴۹۱ پونڈ فی مربع انچ

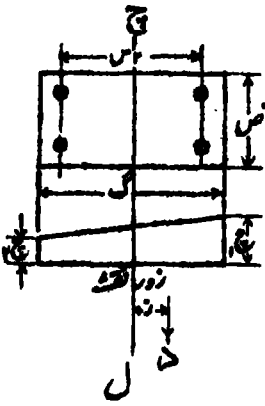
اور ج = ۱۴۷ " " "

یہ دیکھنا دلچسپی سے خالی نہ ہوگا کہ فولاد کا اثر خماؤ سے پیدا ہونے والے زور پر بہت زیادہ ہوتا ہے بہ نسبت راست بوجھ سے پیدا ہونے والے زور پر کے اثر کے۔

صورت ۲ — جس میں د، گ کی حدود کے باہر پڑتا ہے اور رکن کے صرف ایک پہلو میں احکام (شکل ۳۱)۔

شکل ۳۰

مستطیلی تراشں، متشاکلاً محکم، خماؤ اور بچکاؤ کے تحت۔

(ز + س)/گ کی قیمتیں ۷ کے اندر)

نوٹ:- دونوں پہلوؤں کے احکام والے ارکان کے حل سے صورت ۴ میں بحث کی گئی ہے۔

د = مجموعی بیرونی بچکاؤ

م = بیرونی معیار

اور فرض کرو کہ ت اور ج معلوم ہیں۔

تب ن۱ = ن/گ = م ج / (ت + م ج)

مجموعی پچکاؤ = $\frac{\text{ن ض}}{2} \times$ چ

مجموعی تناؤ = لی × ت

∴ د = $\frac{\text{ن ض}}{2}$ × چ - لی × ت .... (۱۰)

تناؤ کے مرکز کے گرد معیار لینے سے

د (ز + س) = $\frac{\text{ن ض}}{2}$ چ (گ - $\frac{\text{ن}}{3}$) .... (۱۱)

لیکن م = د ز جہاں ز خروج المرکز ہے۔

∴ (۱۱) کو (۱۰) سے تقسیم کرنے سے

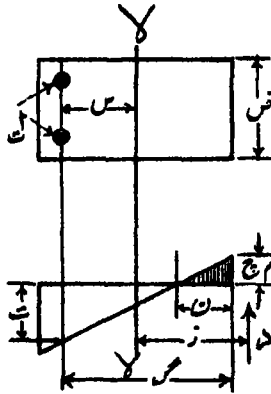
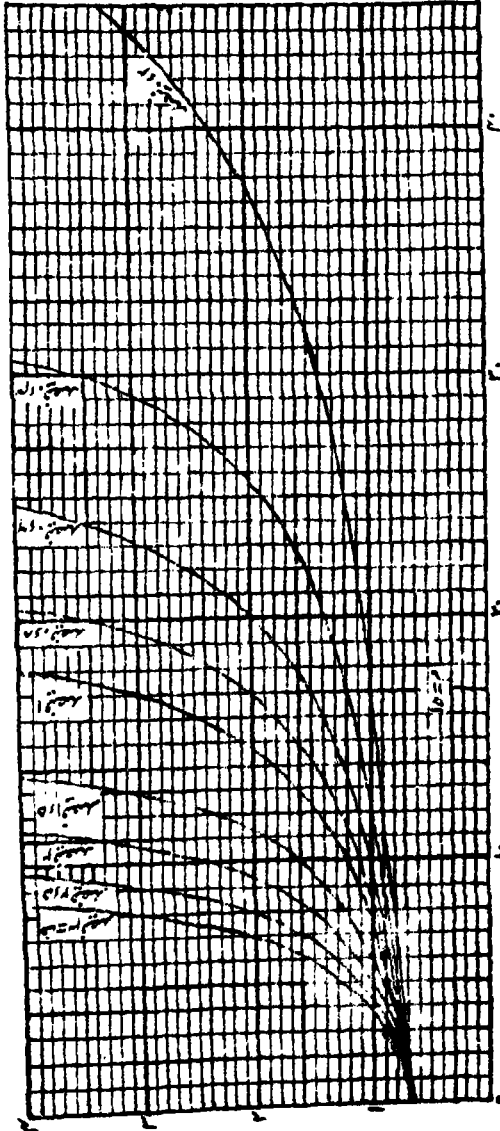
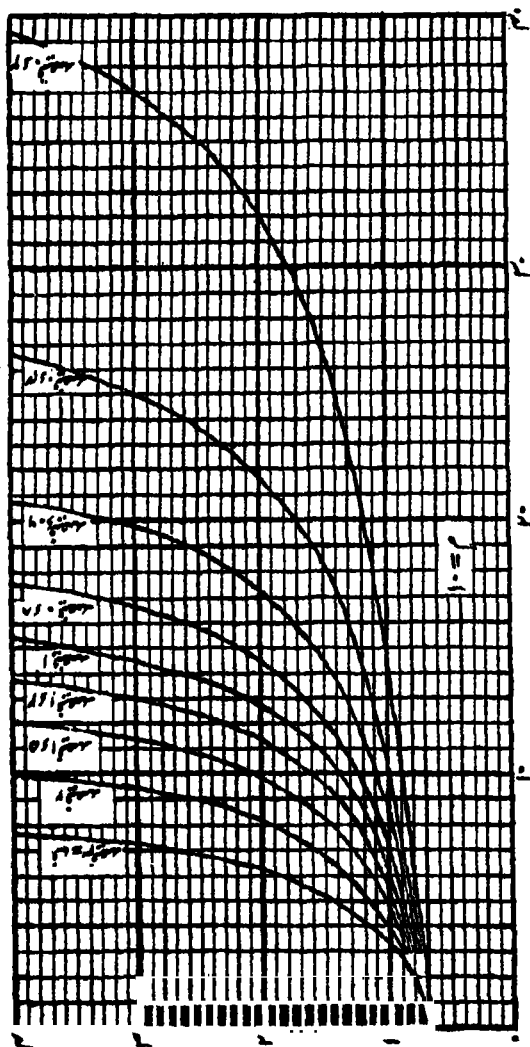
[illegible]

دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ اس مساوات کی بائیں جانب وہی ہے جو (م و) کی بائیں جانب ہے۔ وہاں جو اندراجات کرنے سے مساوات (۵) حاصل ہوئی وہی اندراجات یہاں کرنے سے

[illegible] .... (۱۲)

یہ وہی جملہ ہے جو مساوات (۵) میں تناؤ اور کھاؤ کے لیے حاصل ہوا۔ فرق صرف اتنا ہے کہ وہاں دائیں جانب $\frac{\text{ز - س}}{\text{گ}}$ تھا اور یہاں $\frac{\text{ز + س}}{\text{گ}}$ ہے۔ اس لیے موجودہ صورت کے منحنی بھی دراصل اُس صورت کے منحنیوں کے

ساتھ تسلسل میں ہونگے۔ صرف یہ ہے کہ یہاں ت اور ف کا انتخاب ایسا ہے کہ جملہ مثبت کی بجائے منفی ہوگا۔

لیکن چونکہ منحنیوں کے دونوں حصوں کو ایک ساتھ رکھنے سے کوئی عملی فائدہ نہیں اور ان کو علیحدہ رکھ کر ہر ایک کے لیے اس کے موزوں پیمانہ اختیار کرنے سے زیادہ صحت حاصل ہو سکتی ہے اس لیے ان کو علیحدہ دیا گیا ہے۔ زیر بحث صورت یعنی پچکاؤ کے منحنی شکل ۳۲ اور شکل ۳۳ میں دیے گئے ہیں اور ان کا استعمال بالکل ویسا ہی ہے جیسا تناؤ کی صورت میں تھا۔

شکل ۳۱

دباؤ اور پچکاؤ، د،گ کے باہر

کسی دیے ہوئے رکن کے اندر زور معلوم کرنے کا عمل حسب ذیل ہوجاتا ہے:-

ف اور $\frac{ز + س}{گ}$ دونوں معلوم ہیں۔ ان سے متعلقہ منحنی سے مدد لے کر ت معلوم کرو۔ ت معلوم ہوگیا تو شکل ۱۲ سے ب = گ - $\frac{ن}{۳}$ اور شکل ۱۱ سے ن معلوم ہوجائیگا۔

مساوات (۱۰) کو گ - $\frac{ن}{۳}$ سے ضرب دے کر (۱۱) میں سے تفریق کریں تو

$$د \left[(ز + س) - \left(گ - \frac{ن}{۳}\right) \right] = ا (گ - \frac{ن}{۳})$$

$$یعنی\ ت = \frac{د}{ا} \times \frac{(ز + س) - (گ - \frac{ن}{۳})}{(گ - \frac{ن}{۳})} \quad \ldots\ldots (۱۳)$$

$$= \frac{د}{ا} \times \frac{(ز + س) - ب}{ب} \quad \ldots\ldots (۱۳ ا)$$

$$اور\ ج = \frac{ت}{ت_ا}$$

جب (ز + س) اور (ب) تقریباً مساوی ہوں تو یہ طریقہ زیادہ صحیح نتیجہ نہیں دیگا۔ اس صورت میں ذیل کا حل قابل ترجیح ہے:-

$$(۱۱)\ سے\quad ج = \frac{۲ د (ز + س)}{ن ض ب} \quad \ldots\ldots (۱۴)$$

$$اور\ ت = ت_ا \times ج$$

مثال ــــ فرض کرو کہ ا = ۶۱۴، مربع انچ

تب $ف = \frac{۱۰۰ \times ۰٫۶۱۴}{۶۰} = ۱٫۰۲$ فی صد

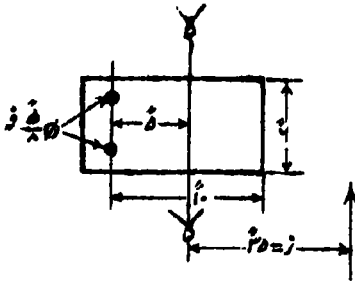
فرض کرو کہ $د = ۸۰۰$ پونڈ

اور $م = ۲۸۰۰۰$ پونڈ انچ محور لا لا کے گرد (شکل ۳۴)

تب $ز = \frac{۲۸۰۰۰}{۸۰۰} = ۳۵$ انچ

$ز + س = ۴۰$ انچ

$\frac{ز + س}{گ} = \frac{۴۰}{۱۰} = ۴$

شکل ۳۴

∴ یہ صورت، صورت ۲، اور صورت ۳ کی حدود پر ہے۔

ف اور $\frac{ز+س}{گ}$ کی ان قیمتوں سے شکل ۳۲ سے $ت_ب = ۱۸$ حاصل ہوتا ہے اور شکل ۱۳ کی مدد سے

$ب_۱ = ۰٫۸۵$ جس سے $ب = ب_۱ گ = ۰٫۸۵ \times ۱۰ = ۸٫۵$ انچ

∴ مساوات (۱۳ ل) سے

$ت = \frac{د}{ا_ت} \times \frac{(ز+س) - ب}{ب} = \frac{۸۰۰}{۰٫۶۱۴} \times \frac{۸٫۵ - ۴۰}{۸٫۵}$

$= ۴۸۲۰$ پاؤنڈ فی مربع انچ

اور $ج = \frac{۴۸۲۰}{۱۸} = ۲۶۸$ پونڈ فی مربع انچ

صورت ۳۔ جس میں د، گ کی حدود کے بہت باہر

پڑتا ہے۔ ($\frac{ز + س}{ح} < ۴$) تقریبی طریقہ۔

اس صورت میں راست پچکاؤ کا اثر اتنا کم ہوتا ہے کہ اگر صرف کھاؤ کا لحاظ کرکے زور محسوب کیے جائیں اور بعد میں پچکاؤ کی رعایت سے کنکریٹ کے زور کو بقدر $\frac{د}{ض\ ح}$ کے بڑھا دیں اور فولاد کے تناؤ کے زور کو بقدر $\frac{د}{۲\ ات}$ کے گھٹا دیں تو طریقہ میں صحت کا کوئی بڑا نقصان نہیں ہوتا۔

مثال۔ گزشتہ مثال میں $\frac{ز + س}{ح} = ۴$۔ اس طرح وہ مثال صورت ۲ اور صورت ۳ کی حدود پر تھی ہم اب اس کو صورت ۳ سمجھ کر حل کرینگے اور نتائج کا مقابلہ کرینگے۔

چونکہ ف = ۱٫۰۲ فی صد

∴ شکل $\frac{۱۳}{}$ سے ب = ۸۶٫ × ۱۰ = ۸٫۶″

∴ $ت = \frac{م}{ات \times ب} = \frac{۲۸۰۰۰}{۸٫۶ \times ٫۶۱۴} = ۵۲۹۰$ پونڈ فی مربع انچ

اور شکل $\frac{۱۰}{}$ سے ن = ۴۲٫ × ۱۰ = ۴٫۲″

∴ $چ = \frac{۲\ م}{ض\ ن\ ب} = \frac{۲۸۰۰۰ \times ۲}{۸٫۶ \times ۴٫۲ \times ۶} = ۲۵۸$ پونڈ فی مربع انچ

راست پچکاؤ کی رعایت سے چ کا اضافہ

$= \frac{د}{ض\ ح} = \frac{۸۰۰}{۱۰ \times ۶}$ ۱۳٫۳ پونڈ فی مربع انچ

اور ت کا گھٹاؤ

= $\frac{\text{د}}{\text{۱۲}}$ = $\frac{\text{۸۰۰۰}}{\text{۶۱۴×۲ ،}}$ = ۶۵۰ پونڈ فی مربع انچ

∴ آخر کار چ = ۲۵۸ + ۱۳ = ۲۷۱ " "

اور ت = ۵۲۹۰ − ۶۵۰ = ۴۶۴۰ " "

مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ صورت (۲) کے ٹھیک ٹھیک طریقہ سے جو نتائج حاصل ہوئے تھے اُن سے یہ نتائج بہت مطابق ہیں۔ اور صورت ۳ کے طریقے کی صحت $\frac{\text{ز + س}}{\text{گ}}$ کے بڑھنے سے بڑھتی ہے۔ موجودہ مثال میں توز کی کم سے کم قیمت (یعنی ۴) لی گئی تھی جو اِس صورت کے لیے ممکن ہے۔

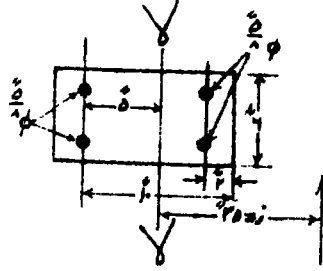
صورت ۴۔ صورت ۲ اور ۳ کا اطلاق دو طرفہ اِحکام والے ارکان پر۔

اِس کے لیے وہی طریقہ اختیار کیا جائیگا۔ جو مخلوط خماؤ اور تناؤ کی متناظر صورت کے لیے اختیار کیا گیا ہے (دیکھو صفحہ ۰۰)۔

تعدیلی محور کے محل کے لیے ایک آزمایشی قیمت لے کر پچکاؤ کے اِحکام کی مقدار معلوم ہوسکتی ہے اور پھر اس کی بجائے اس کے معادل عرض کا شہتیر کے عرض میں اضافہ کیا جاسکتا ہے۔ پھر عرض کی اس نئی قیمت کے لیے ف کی نئی قیمت معلوم کرکے حل بالکل صورت ۲ اور ۳ کی طرح حاصل کرسکتے ہیں۔

مثال۔ شکل ۳۴ والی مثال لی جائیگی صرف اس فرق کے ساتھ کہ پچکاؤ کی جانب دو ۵/۸ والی سلاخوں کو داخل کردیا گیا ہے (شکل ۳۵)۔ ان کی گزشتہ قیمت ۶٫۴ انچ تھی اور چونکہ پچکاؤ کے فولاد کا اثر یہ ہوگا کہ تعدیلی محور کو پچکاؤ کے کنارے کی طرف سرکادے اس لیے ہم آزمایش کے لیے قیمت ن = ۴ انچ لینگے۔ اب چونکہ فولاد تعدیلی محور اور پچکاؤ کے کنارے کے

عین وسط میں ہے اس لیے اس کا زور $\frac{چ}{۲}$ × م ہوگا

شکل نمبر ۲۵

کھاؤ اور پچکاؤ دو طرفہ محکم ارکان میں

کنکریٹ کے اندر مجموعی پچکاؤ = $\frac{ن\ ض\ چ}{۲}$ = ۱۲ چ

فولاد کی وجہ سے مزید پچکاؤ = $\frac{چ\ (م - ۱)}{۲}$ × ا چ

$\frac{چ\ (۱۵ - ۱)}{۲}$ × ۰٫۶۱۴

= ۴٫۳ چ

اس لیے معلوم ہوا کہ پچکاؤ کا انحکام اس کا معادل ہے کہ شہتیر کا عرض بڑھا کر

۶ × $\frac{۱۶٫۳}{۱۲}$ = ۸٫۱۵″

کر دیا جائے۔ اس غرض کے لیے ف کی نئی قیمت

ف = $\frac{۱۰۰ × ۰٫۶۱۴}{۸٫۱۵ × ۱۰}$ = ۰٫۷۵

اب عمل کو سابق کی طرح مکمل کیا جا سکتا ہے۔

صورت ۲ کے طریقہ کی پیروی کریں تو

$$\frac{ز + س}{گ} = ۴$$

اور ف۱ = ۵،۰

کے لیے ت۱ = ۲۱،۳ شکل ۳۲ سے

اور ب = ۸،۶

$$\therefore \quad ت = \frac{د}{۲} \times \frac{(ز + س) - ب}{ب}$$

$$= \frac{۸۰۰}{۱۴،۶} \times \frac{۸،۶ - ۴۰}{۸،۶} = ۴۵۰،$$ پونڈ فی مربع انچ

اور $$ج = \frac{۴۵۰}{۲۱،۳} = ۲۲۳$$ پونڈ فی مربع انچ

اب اِن اعداد کا مقابلہ اُن اعداد سے کریں جو کچاؤ کا اِحکام نہ ہونے کی صورت میں حاصل ہوئے (یعنی ۲۰ ۴۸ ، ۲۶۸) تو معلوم ہوگا کہ کچاؤ کا احکام کرنے سے فولاد کا زور کچھ ہی کم ہوا ہے لیکن کنکریٹ کا زور خاصہ گھٹ گیا ہے۔

یہ بھی دیکھا جائے کہ اس پہلے تقرب کے بعد ن۱ کی قیمت ۱۴،۰ حاصل ہوتی ہے اور یہ ہماری مفروضہ قیمت ۴،۰ سے بہت مختلف نہیں۔

نوٹ:۔ اوپر کا عمل عام طور پر کافی صحیح ہوتا ہے لیکن اس میں ایک نقص یہ ہے کہ حاصل دباؤ یا تناؤ کے محل کو معلوم فرض کیا جاتا ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ یہ محل بعض صورتوں میں معلوم رہتا ہے اور بعض میں نہیں۔ مثلاً جب م اور د دیے ہوئے ہوں جیسا کہ اکثر ہوتا ہے تو خروج المرکز

$$ز = \frac{م}{د}$$

کا تو تعین ہو جاتا ہے لیکن جب تک تراش کا مرکز بندی نہ معلوم ہو (ز + س) یا (ز - س) معلوم نہیں

ہو سکتے کیونکہ ز کی پیمایش کہاں سے ہو یہ معلوم نہیں۔ پیمایش مرکز ہندسی سے ہونی چاہیے اور مرکز تبدیلی مور کے ساتھ بدلتا ہے۔ س کی قیمت صفر سے گ تک ہو سکتی ہے اور خروج المرکز چھوٹے ہوں تو ز کے مقابلے میں بہت بڑی ہو سکتی ہے۔

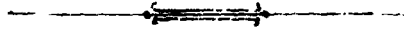
اس نقص سے بچنے کے لیے آسکر فیبر[1] نے ایک طریقہ ایجاد کیا ہے جس میں آزمایش کے بغیر موزوں تراش حاصل ہو سکتی ہے۔ یہ طریقہ ۵ اور ۱۲ جنوری سنہ ۱۹۲۳ء کے رسالہ "معمار" میں شائع ہوا۔ جن ناظرین کو ٹھیک ٹھیک صحیح طریقے کی جستجو ہو وہ اس کا مطالعہ کریں۔

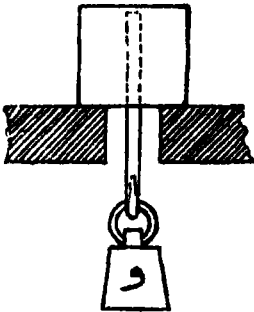
---

[1] Oscar Faber

باب چہارم

چپک اور جزچپک

چپک

اگر ایک سلاخ کنکریٹ کے ایک بلاک میں گڑی ہوئی ہو اور وہ ایک وزن کو سہارے جیسا کہ شکل ۳۶ میں دکھایا گیا ہے تو پوری گڑی ہوئی سطح کی چپک سہارے ہوئے وزن کے مساوی ہوگی۔ اگر ہم چپک کو اس سطح کے ہر نقطے پر مستقل فرض کریں تو اس کی اوسط قیمت

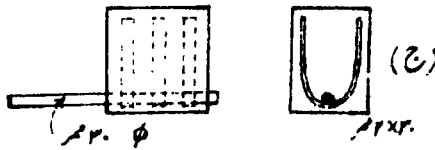
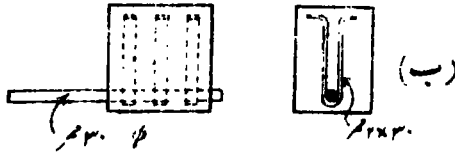
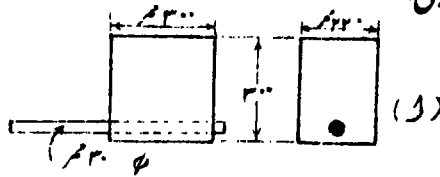
$$\text{ڈ} = \frac{\text{و}}{\text{ا}}$$

شکل ۳۶۔ چپک

جہاں ا گڑی ہوئی سطح کا رقبہ ہے۔ ذرا سے غور سے معلوم ہوگا کہ شکل ۳۶ کے اندر چپک مستقل نہیں۔ بلاک کی نچلی طرف زیادہ ہے اور اوپر کی طرف کم۔ کیونکہ تناؤ کے تحت سلاخ کے تطول اور پچکاؤ کے تحت کنکریٹ کے انتصابی سکڑاؤ کی وجہ سے نچلی طرف فولاد

اور کنکریٹ کے درمیان اضافی حرکت پیدا ہوگی قبل اس کے کہ اوپر کا پہلو حرکت کرے۔

چپک کی اصلیت بہت اہم ہے۔ اگر لوہے یا فولاد کی ایک چھوٹی تختی نئے ملائے ہوئے کنکریٹ کے ساتھ ایک رُخ پر تماس رکھتی ہوئی رکھ دی جائے تو معلوم ہوگا کہ چپک تقریباً بالکل نہیں پیدا ہوگی۔ لیکن اگر یہی تختی کنکریٹ کے ایک بلاک میں گاڑ دی جائے تو چپک ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ تک ہوسکتی ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ یہ چپک اُس طرح کی نہیں جس سے سریشم لکڑی کے دو ٹکڑوں کو جوڑ دیتا ہے۔

جب کنکریٹ ہوا میں جمتا ہے تو حجم کا خاصا سکڑاؤ واقع ہوتا ہے۔ اور جب کنکریٹ ایک سلاخ کے گرد جمتا ہے تو گرد کے کنکریٹ کے محیطی تناؤ کی وجہ سے سلاخ کے پہلوؤں پر دباؤ پڑتا ہے۔

اگر کنکریٹ پانی کے اندر جمے جیسا کہ گودی کی بعض تعمیروں وغیرہ میں ہوتا ہے تو کنکریٹ میں پھیلاؤ واقع ہوسکتا ہے اور اس صورت میں سادہ سلاخوں کی چپک بہت کم ہوگی۔

شکل ۳۰ - چپک کے امتحان

چپک کو یوں سمجھنا چاہیے کہ یہ دو سطحوں کی درمیانی رگڑ ہے اور اس طرح یہ سطحوں کی نوعیت اور عمادی دباؤ کی مقدار پر منحصر ہوگی۔ اس لحاظ سے ہم ذیل کے حالات کے تحت عمدہ چپک کی توقع کر سکتے ہیں:۔

(ا) سطح کا کھردراپن

چمکدار فولاد، بیلے فولاد، اور بہت زنگدار فولاد کی اضافی چپکیں تقریباً یہ ہیں:۔

۱ : ۱٫۷۴ : ۲٫۵۰

(ب) طاقتور کنکریٹ

کیونکہ سیمنٹ کے زیادہ ہونے سے تناؤ کی مضبوطی اور سکڑاؤ بڑھتے ہیں۔

(ج) سلاخوں کے گرد کنکریٹ کی موٹی پوشش۔

کیونکہ کنکریٹ کی امتدادی مضبوطی کم ہونے کی وجہ سے چپک کے امتحان میں نمونے کی ناکارگی اکثر بلاک کے پھٹ جانے کی وجہ سے ہوتی ہے۔ ظاہر ہے کہ بلاک جتنا بڑا ہوگا اس کو پھاڑنے کے لیے اتنی ہی بڑی قوت درکار ہوگی۔ یہ امر جائز چپک کی تعیین میں بہت اہمیت رکھتا ہے۔ کیونکہ امتحانی نمونوں میں تو پوشش سلاخ کے قطر کی تین یا چار گنی ہوتی ہے اور عملی طور پر پوشش ایک جانب دوگنی سے شاید ہی زیادہ ہوتی ہو۔ یہ خاص طور پر میکانی بندش رکھنے والی سلاخوں کے لیے صحیح ہے کیونکہ ان میں بندش یا پوشش کی زیادتی سے چپک میں بہت اضافہ ہو جاتا ہے اور امتحانی نمونوں میں بندش اور پوشش خوب زیادہ رہتی ہے۔ جب نمونے کی ناکارگی بلاک کے پھٹنے سے واقع ہو تو میکانی بندش کا فائدہ بہت کم معلوم ہوگا۔

(د) سلاخوں کے گرد بندش۔

اور اس کی وجہ بھی وہی ہے جو (ج) میں بیان ہوئی۔

چنانچہ فرانسیسی کمیشن نے معلوم کیا کہ خاص خاص شہتیروں میں رکابیں لگانے سے چپک ۱۲۵ پونڈ فی مربع انچ سے (جو شکل ۳۷ ا میں ہے) بڑھ کر ۲۵۲ (جو شکل ۳۷ ب میں ہے) اور ۴۲۸ (جو شکل ۳۷ ج میں ہے) ہوگئی۔ نمونے تین مہینے کے تھے۔

ظاہر ہے کہ جب چپک اتنے بہت سے حالات سے متاثر ہوتی ہے

تو اس کے متعلق اعداد و شمار بڑی صحت کے ساتھ دینے سے کوئی حاصل نہیں۔ ہاں یہ کہا جا سکتا ہے کہ اگر پوشش اور بندش اتنی ہو کہ بلاک کے پھٹنے کا اندیشہ نہ ہو تو عمدہ ۱: ۲: ۴ والے کنکریٹ سے ایک مہینے کی عمر پر ۲۵۰ پونڈ فی مربع انچ کی انتہائی چپک کی توقع کی جا سکتی ہے اگر تجارتی فولاد کسی قدر زنگدار استعمال کیا گیا ہو۔ آر۔ آئی۔ بی۔ اے نے (۱۹۱۱ء) ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ کے عملی زور کی سفارش کی ہے۔ اس سے تو بظاہر یہ معلوم ہوتا ہے کہ قدرِ سلامتی بہت تھوڑی رکھی گئی ہے لیکن اس سفارش کے ساتھ ایک شرط بھی لگا دی گئی ہے یعنی "اس بات کا ضرور خیال رکھنا چاہیے کہ سلاخوں کے سرے پھٹے ہوئے یا مڑے ہوئے ہوں یا علاخوں کو پھسلنے سے روکنے کے لیے کوئی اور محافظت اختیار کی جائے۔" ہمارے خیال میں یہ احتیاط بہت ضروری ہے۔

گول سلاخ کے "گرفتی طول" کے لیے ایک سادہ جملہ حاصل کیا جا سکتا ہے۔ گرفتی طول گڑاؤ کا وہ طول ہے جس میں عملی چپک اور عملی امتدادی مضبوطی ایک ساتھ واقع ہوتے ہیں۔

$$\text{تناؤ کی مزاحمت} = ت \times \frac{\pi}{4} ق^2$$

$$\text{پھسلنے کی مزاحمت} = ڑ \times \pi \times ق \times ل$$

جہاں ڑ بے خطر چپک کا زور ہے۔

اگر ل گرفتی طول ہو تو یہ دونوں مزاحمتیں مساوی ہونگی یعنی

$$ل = \frac{ت}{ڑ} \times \frac{ق}{4}$$

اگر ت = ۱۶۰۰۰ اور ڑ = ۱۰۰ لیں تو

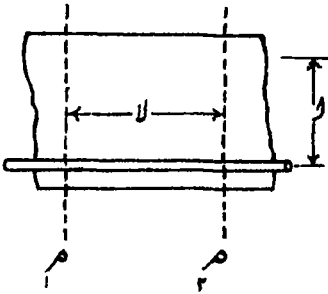
$$ل = 40\ ق$$

ہمارا خیال ہے کہ ممکن ہو تو ل = ۴۰ ق لیا جائے۔

اس کا ایک اہم اطلاق "آغوشوں" میں ہے۔

مثلاً استوانی حوض میں پانی کے دباؤ کی مزاحمت حوض کے پہلوؤں کے محیطی تناؤ سے ہوتی ہے۔ چونکہ ایک واحد سلاخ کا طول محیط کے طول کے اتنا رکھنا عملی طور پر مناسب

نہیں اس لیے سلاخوں کے متعدد طول استعمال کرنے ہونگے اور ان کے درمیان جوڑ کو کافی مضبوط رکھنا پڑیگا۔ اوپر کے بیان سے معلوم ہوگا کہ اگر سلاخوں کو ۴۰ ق کا آغوش دے دیا جائے تو کافی ہوگا۔ بہت لوگوں کا یہی خیال ہے لیکن ہمارے خیال میں یہ کافی نہیں۔

اور ہمارے اندیشہ کی تصدیق جنوری ۱۹۰۹ء کے آسٹریلیائی حوض کی شکستگی سے ہوتی ہے۔ سلاخوں کے گرد کے کنکریٹ پر زمانے، صدمات، رساؤ وغیرہ، کا کیا اثر ہوتا ہے اس کے متعلق کچھ زیادہ معلومات موجود نہیں۔ اور ہمارا خیال ہے کہ بندشی طول کے علاوہ دوسری بندش اور سلاخوں کے سروں پر کانٹے وغیرہ لگانے چاہئیں۔

شکل ۳۸

شہتیر کی چپک کے زوروں کا حساب

ایک شہتیر کی دو تراشوں پر غور کرو جو ایک چھوٹے فاصلہ لا پر ہوں اور جن پر معیار $م_۱$ اور $م_۲$ ہوں (شکل ۳۸)۔

ان تراشوں کی سلاخوں میں تناؤ $\frac{م_۱}{ب}$ اور $\frac{م_۲}{ب}$ ہونگے اور اس طرح تناؤ کا فرق جس کو برداشت کرنا ہے

$$= ٹ = \frac{م_۱ - م_۲}{ب}$$

ان دونوں تراشوں کے درمیان چپک کے لیے رقبہ = ن π ق لا، جہاں ن سلاخوں کی مقدار اور ق ان کا قطر ہے۔ اس طرح چپک کا اوسط زور

$$\text{ڑ} = \frac{\text{ش}}{\text{ن}\ \pi\ \text{لا ق}} = \frac{\text{م}_1 - \text{م}_2}{\text{ن}\ \pi\ \text{لا ب ق}}$$

لیکن $\frac{\text{م}_1 - \text{م}_2}{\text{لا}}$ = معیار کی شرح تبدیلی = ج = انتصابی تراشش پر مجموعی جزی قوت

اس طرح $\text{ڑ} = \frac{\text{ج}}{(\text{ن}\ \pi\ \text{ق})\ \text{ب}}$

یہاں جملہ ن π ق سلاخوں کے گھیروں کا مجموعہ ہے۔

اس سے معلوم ہوگا کہ چپک، جز کی طرح بدلتی ہے اور اس طرح کسی دبے ہوئے امداز کے لیے آسانی سے محسوب ہوسکتی ہے۔ اور چونکہ کسی تراش کا مجموعی جز آسانی سے معلوم ہوسکتا ہے اس لیے اس سے مزید بحث یہاں نہیں کی جائیگی۔

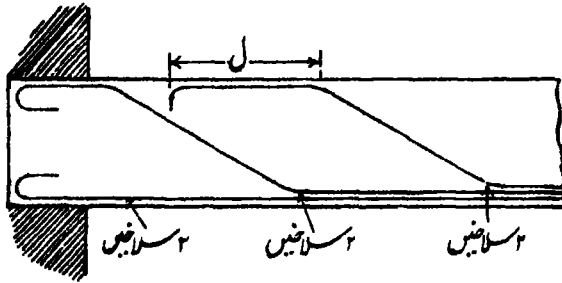
اگر شہتیر کی گہرائی یکساں نہ ہو تو اس سے چپک پر اثر پڑیگا کیونکہ فولاد کے زور کے لیے جملہ $\frac{\text{م}}{\text{ب}}$ ہے۔ اس لیے اگر ب کی قیمتیں ان تراشوں پر ب_1، ب_2 ہوں تو

$$\text{ش} = \frac{\text{م}_1}{\text{ب}_1} - \frac{\text{م}_2}{\text{ب}_2}$$

اور
$$\text{ڑ} = \frac{\frac{\text{م}_1}{\text{ب}_1} - \frac{\text{م}_2}{\text{ب}_2}}{\text{ن}\ \pi\ \text{ق لا}}$$

ایسی صورتوں میں حل حاصل کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ م_1، م_2 کی قیمتیں دو نقطوں پر معلوم کی جائیں جو ایک چھوٹے فاصلے مثلاً لا = ۱۲" پر ہوں اور نقشے کے ذریعے ب_1، ب_2 معلوم کیے جائیں۔ اس مطلب کے لیے ب کو گہرائی کا ۰٫۸۰ گنا لینا کافی صحیح ہے۔

ظاہر ہے کہ چونکہ چپک جز کے ساتھ بدلتی ہے اس لیے شہتیر کے

سہاروں پر اعظم ہو گی۔ اس لیے عام طور پر اس کی قیمت سہاروں پر معلوم کرنا کافی ہوتا
ہے۔ عام طور پر یہ ہوتا ہے کہ بعض سلاخیں مڑی ہوئی ہوتی ہیں اور اس طرح چپک
کے زوروں کی مزاحمت نہیں کرسکتیں۔ مثلاً شکل ۳۹ میں چپک کے لیے صرف
دو سلاخیں مہیا ہیں نہ کہ چھ۔

شکل ۳۹
شہتیر کے سہاروں پر چپک

اوپر جو بحث کی گئی ہے اُس کی رُو سے چپک کا حساب لگانا آسان ہے
لیکن سلاخوں کی ترتیب مختلف طرح کی ہو تو یہ بہت پیچیدہ ہو جاتا ہے خاص کر کنکریٹ
کے اندر پچکاؤ کی "وتری" قوتوں کی وجہ سے جن کی بحث آگے آئیگی۔ ان کے
مسائل بھی اتنے پیچیدہ ہیں کہ ان کو یہاں درج نہیں کیا جا سکتا خصوصاً اس لیے کہ
ان کے حل ہر مثال کے لیے علٰحدہ ہونگے اور کوئی عام ضابطہ جس سے سب حل ہوسکیں
بہت مشکل ہے۔

جہاں کہیں مڑی ہوئی سلاخوں کے سارے اُس طول میں پورا تناؤ ہو وہاں
ضروری ہے کہ شکل ۳۹ کی طرح مزید طول ل موجود رکھنا چاہیے تاکہ چپک پر حد سے
زیادہ زور نہ پڑے۔

اس طول کا حساب لگانے میں بندشی زور کو مستقل فرض کیا جا سکتا ہے۔
رکابوں کے اندر چپک کے زور کا حساب لگاتے وقت یہ کافی ہے کہ تعدیلی محور کے

اوپر رکاوٹوں کا جو طول ہے اس کے اندر چپک کو مستقل سمجھا جائے۔ لیکن یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ اس صورت میں اس کے اند۔ تناؤ بھی اس نقطہ کے اوپر یکساں طور پر گھٹتا جائیگا حالانکہ ان کی جزکی مزاحمت محسوب کرتے وقت جو مفروضہ اختیار کیا جاتا ہے وہ اس کے مطابق نہیں۔ بہر صورت سلاخ کو اچھی طرح ثابت کرنے کے لیے اوپر کے سرے پر کانٹا بنا دینا یا موڑ دینا مناسب ہے۔

کانٹے اور موڑ

یہ ضروری ہے کہ سلاخوں میں موڑ زیادہ نوکدار نہ ہوں ورنہ کنکریٹ میں حد سے زیادہ پچکاؤ کا زور پیدا ہو جائیگا اور شہتیر میں طولی پھٹاؤ پیدا ہوگا۔ ایک نیم دائرہ قوس (شکل ۳۲) پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ

۲ ت = چ ق۱ ق۲

جہاں　ت = سلاخ کا تناؤ

چ = کنکریٹ کا پچکاؤ کا زور

ق۱ = موڑ کا اندرونی قطر

ق۲ = سلاخ کا قطر

لیکن　ت = تا × $\frac{\pi\ \text{ق}_2^2}{4}$

∴　تا π ق۲² = ۲ چ ق۱ ق۲

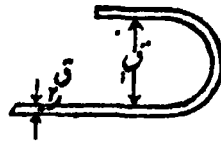
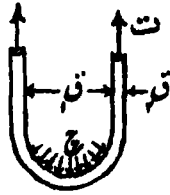
یا　ق۱ = $\frac{\text{تا}\ \pi\ \text{ق}_2}{2\ \text{چ}}$

اگر　چ = ۸۰۰، تا = ۱۶۰۰۰، پونڈ مربع انچ

تو　ق۱ = ۳۱٫۴ ق۲

جہاں کہیں ممکن ہو اس تناسب کو تقریبی طور پر قائم رکھنا چاہیے۔ جہاں ممکن ہو

شکل ۱۲

شکل ۱۱

اور نوکدار موڑ رکھنا ضروری ہو وہاں اگر موڑ پر سوئیاں لگادی جائیں خاص کر اگر ان کے سرے مڑے ہوئے یا ماہی دم ہوں، تو پھٹاؤ کا اندیشہ بہت کم ہو جاتا ہے۔

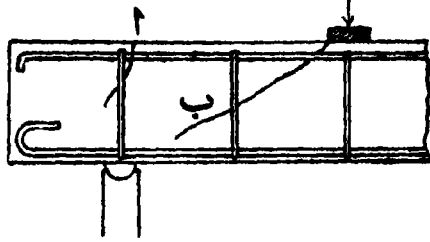
شہتیر کی نچلی جانب سلاخوں کے سروں کے کانٹوں کے لیے کنسی دیر (Considére) کا خیال ہے کہ (دیکھو شکل ۱۲)

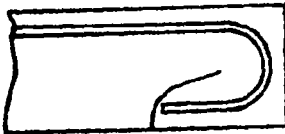
ق = ۵ ق

نیچے کا سرا اور اوپر کا سرا زور کے لحاظ سے ایک جیسے نہیں کیونکہ تناؤ صرف ایک سرے پر عمل کرتا ہے اور اس سرے کے موڑ کے گرد کنکریٹ اور فولاد کے درمیان جو گرہ ہوتی ہے اس سے اس تناؤ کا مقابلہ ہو جاتا ہے۔ ہماری رائے میں اگرچہ ممکن ہے کہ جب فولاد کنکریٹ کے ایک بڑے بلاک میں گڑا ہوا ہو اور جب کہ پھٹاؤ کی مزاحمت خاصی ہو تو فولاد میں

ق = ۵ ق

سے لچک کی حد پیدا ہو سکے۔ لیکن چونکہ عام طور پر شہتیروں میں پوشش بہت کم ہوتی ہے اس لیے اگر ان میں فولاد کانٹے تک پورے زور کے تحت ہو تو ق = ۵ ق بالکل ناکافی ہوگا۔

کنکریٹ کے پھٹاؤ کے میلان کو روکنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ بندشیں لگائی جائیں یا مڑے ہوئے سروں کی چھوٹی سلاخیں موڑ میں لگا دی جائیں۔ ان کو تار سے اچھی طرح باندھ دینا چاہیے ورنہ کنکریٹ اندازی کے دوران میں بے ترتیب ہو جائینگی۔

شکل ۴۲
ترق کانٹے کی خارج المرکز مزاحمت کی وجہ سے

اِن کانٹوں کے استعمال کے سلسلے میں یہ معلوم ہونا چاہیے کہ مزاحم قوتوں کا حاصل سلاخ کے ساتھ ہم مرکز نہیں۔ اس سے ایک خماؤ کا معیار پیدا ہوتا ہے جو بعض صورتوں میں خطرناک ہو سکتا ہے۔ چنانچہ شمالی دارالفنون لندن میں جو چند امتحانی شہتیر بنائے گئے تھے اُن میں جزی ترق ب کے علاوہ ایک ترق ا نظر آئی جس کی کم از کم ایک جزی وجہ یہی ثانوی معیار ہے جو کانٹے کی خارج المرکز مزاحمت کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔

کسی صورت میں بھی کانٹے کا سرا کنکریٹ کی سطح کے قریب نہیں ہونا چاہیے سوائے اس صورت کے کہ اس کی بندش اچھی طرح ہوئی ہو ورنہ کنکریٹ کے جھڑ جانے کی

شکل ۴۳۔ کانٹا سطح کے بہت قریب

سلہ Northern polytechnic Institute, London

وجہ سے ناکارگی پیدا ہوگی (دیکھو شکل ۱۳۶)۔

جز

اگر شہتیر یا کسی مشابہ رُکن پر بیرونی جزی قوت لگائی جائے تو اندرونی زور پیدا

۱

۲

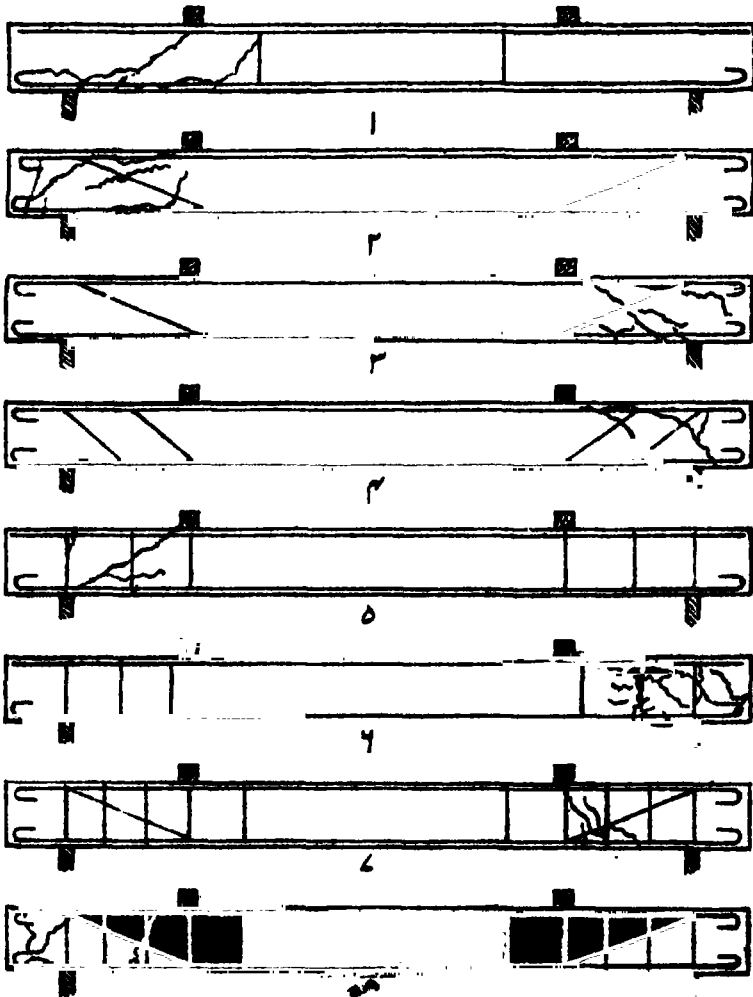
۳

۴

۵

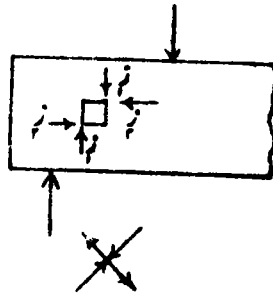
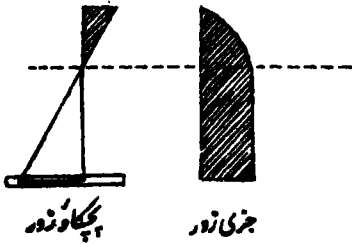
۶

۷

۸

شکل ۱۳۶ شہتیر جن کا شالی دار الفنون میں امتحان کیا گیا (سنہ ۱۹۱۱ء و الاسلہ)۔

ہونگے جن کو بعض اوقات جزی زور کہا جاتا ہے۔ درحقیقت یہ عام طور پر بہت پیچیدہ ہوتے ہیں اوران کو اُس جزی زور سے تمیز کرنا چاہیے جو مثلاً ایک سوراخ ساز مشین میں پیدا ہوتے ہیں۔

اس وجہ سے اول الذکر زوروں کو "جز کے ثانوی زور" کہنا چاہیے۔ سوائے اس صورت کے کہ بہت سی وتری یا انتصابی رکابیں یا مڑی ہوئی سلاخیں لگائی جائیں یہ ثانوی زور وتری مستویوں میں تناؤ پیدا کرکے ناکارگی پیدا کرینگے۔ اسی وجہ سے ان کو بعض اوقات "وتری تناؤ کے زور" کہا جاتا ہے۔ یہ نام کوئی ایسا موزوں نہیں کیونکہ ناکارگی ہمیشہ اسی طرح واقع نہیں ہوتی۔

وتری تناؤ سے پیدا شدہ ناکارگی کی مثالیں شکل ۴۲ میں دی گئی ہیں جن میں شمالی دارالفنون میں ۱۹۱۰ء کے امتحان شدہ چند شہتیر دکھائے گئے ہیں۔

شکل ۴۶
جزی زور کی تقسیم مستحکم کنکریٹ کے شہتیر کی انتصابی تراش میں۔

شکل ۴۵
جزی زوروں کی تحلیل

جز کے تحت ایک شہتیر کے پیٹے کے ایک چھوٹے مربع حصے پر غور کرو (شکل ۴۵) شہتیر کے انتصابی جز سے انتصابی سطحوں پر جزی زور ز پیدا ہوگا۔ اگر ٹکڑے کے اوپر یہی قوتیں ہوتیں تو وہ گھومنے لگتا۔ اس کو تعادل میں رکھنے کے لیے اُفقی مستویوں میں

ایک مساوی جزی زور نہ ہونا چاہیے۔

اگر ان جزی زوروں کا مجموعی اثر دیکھا جائے تو معلوم ہوگا کہ یہ معاول ہیں ایک وتری ستوی پر پچکاؤ کے صدر زور اور ایک وتری مستوی پر تناؤ کے صدر زور کے اور ان دونوں زوروں کی حدت جزی زور کی حدت کے مساوی ہے۔

چونکہ کنکریٹ تناؤ میں پچکاؤ اور جز دونوں سے زیادہ کم زور ہے اس لیے تناؤ کی سطح پر ناکارگی اختیار کرتا ہے۔

اگر شہتیر جز کے لیے محکم نہ ہوں تو بے خطر جزی زور وہی ہوگا جو کنکریٹ کا بے خطر استدادی زور ہے۔ عام طور پر اس کی قیمت ۶۰ پونڈ فی مربع انچ بہترین ۱ : ۲ : ۴ کنکریٹ کے لیے ہے۔ اعظم زور رقبہ ض × ب کے اوپر لینا چاہیے نہ کہ ض × گ کے اوپر کیونکہ جز ساری تراش کے اندر مستقل نہیں بلکہ تعدیلی محور کے اوپر گھٹتا ہے (شکل ۴۶)۔

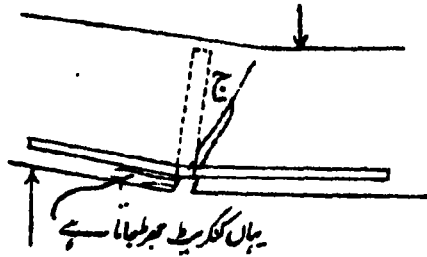
اس طرح بے خطر جز ج = ج ض ب

جہاں ج = ۶۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جاتا ہے۔

یہ بات غور کے قابل ہے کہ اگر ان ثانوی زوروں کے حساب میں کنکریٹ کا استدادی زور نظر انداز کر دیا جائے تو کوئی شہتیر بغیر مڑی ہوئی سلاخوں یا رکابوں کے جز کی مزاحمت نہیں کر سکیگا الا اس کے کہ اُس کا عمل محراب کا سا ہو لیکن واقعہ یہ ہے کہ فرش کی سلوں میں بھی کنکریٹ کے استدادی زور پر بھروسہ کیا جاتا ہے۔

یہ بتا دینا ضروری ہے کہ صدر استدادی اِحکام جو شہتیر کے نچلے پہلو میں افقاً رہتا ہے وہ جز کی مزاحمت میں راست کوئی حصہ نہیں لیتا۔ یہاں یہ سوال کیا جا سکتا ہے کہ یہ کیسے ممکن ہے کہ فولاد کو کترے بغیر شہتیر کسی انتصابی یا مائل تراش میں کترا جائے۔ اس کا جواب یہ ہے کہ فولاد عموماً نچلے پہلو کے قریب رہتا ہے اور جب اس پر جز پڑتا ہے تو یہ قریب کے سہارے کی طرف کی کنکریٹ کی پوشش کو پھاڑ دیتا ہے جیسا کہ شکل ۴۷ میں دکھایا گیا ہے۔

ظاہر ہے کہ ج کے پاس جو نقطہ دار فرضی رکابیں دکھائی گئی ہیں

وہاں اگر درصل ایک رکاب ہوتی جو اس جھڑ جانے کو روکتی تو فولادی سلاخوں کی جزی مزاحمت کی وجہ سے بے خطر جز میں اضافہ ہو جاتا۔

شکل ۴۷
شہتیر کے نچلے پہلو پر کنکریٹ کا جھڑ جانا

یہ بھی بتا دینا ضروری ہے کہ جن ارکان میں مڑی ہوئی سلاخیں یا رکابیں نہیں ہوتیں اُن میں جزکی وجہ سے ناکارگی خاص طور پر خطرناک ہوتی ہے کیونکہ یہ عام طور پر اچانک پہلے سے آگاہ کیے بغیر واقع ہوتی ہے۔

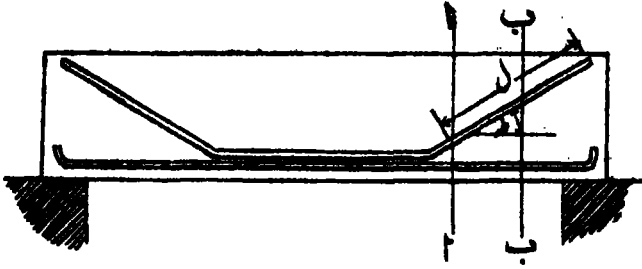
مڑی ہوئی سلاخوں والے شہتیر کی جزی مزاحمت۔

اگر اِحکام کا ایک حصہ شہتیر کے سرے کے قریب مڑا ہوا ہو جیسا کہ شکل ۴۸ میں ہے تو یہ وتری تناؤ کے ستویوں کو قطع کریگا، اور اس طرح جزی مزاحمت میں خاصا اضافہ کریگا۔ اگر سلاخ کا میلان افق سے طہ ہو اور اس کے اندر تناؤ ت تو اس کی وجہ سے جزی مزاحمت

ج = ت جب طہ

ت کی قیمت کے متعلق تجربات سے معلوم ہوتا ہے کہ ت فولاد کا بے خطر تناؤ لیا جاسکتا ہے (یعنی رقبہ × بے خطر زور) بشرطیکہ سلاخ کے دونوں

سروں پر مہلک بندش ہو۔ اِس طرح تراش ۱۱ پر جہاں ل کی قیمت گرفتی طول سے زیادہ ہے ت کی قیمت بے خطر تناؤ کی لی جا سکتی ہے۔ لیکن تراش ب ب پر ت کی قیمت بہت کم ہوگی اور سلاخ کا جو تھوڑا سرا اس کے آگے بچ رہتا ہے اس کے لحاظ سے ہوگی۔

شکل ۴۸

جزی مزاحمت مڑی ہوئی سلاخوں کی صورت میں

اب مڑی ہوئی سلاخ کے سرے پر کانٹا بنا دینے کی ضرورت بہت سی صورتوں میں ظاہر ہے۔ اس کی وجہ وہی بندش پیدا کرنا ہے مسلسل شہتیروں میں مڑی ہوئی سلاخ سہارے کے اوپر افقی ہوکر جاری رہیگی اور اس صورت میں سلاخ کے اندر پورا زور لیا جا سکتا ہے۔

لیکن یہ معلوم ہونا چاہیے کہ جب فولاد کا زور ۱۶۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ تک پہنچے تو کنکریٹ کا زور اس کے انتہائی زور سے بھی بہت زیادہ ہو جائیگا (یہ بات م کی قیمت سے ظاہر ہے) اور کنکریٹ میں تڑق آجائیگی۔ اِس طرح وتری ستونوں پر کنکریٹ کا استدادی زور ضایع ہو جائیگا۔ مڑی ہوئی سلاخوں والے امتحانی شہتیروں میں پایا گیا ہے کہ انتہائی مزاحمت پیدا ہونے سے بہت پہلے وتری ستونوں پر تڑق واقع ہو جاتی ہے جو نظر بھی آسکتی ہے۔ الا یہ تڑق اس

بات کا اظہار ہے کہ کنکریٹ کا تناؤ جز کی مزاحمت میں کوئی حصہ نہیں لے رہا ہے۔

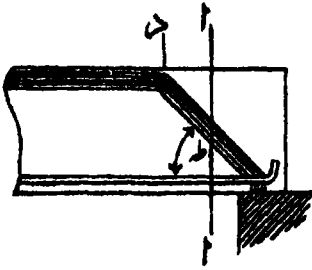
اس لیے جب فولاد میں اس کا معمولی زور پیدا ہو جائے تو اس زور کا انتصابی جزو ترکیبی پورے جز کی تعدیل کریگا الا اس کے کہ جز کے ایک حصے کی تعدیل مائل پچکاؤں سے ہو۔ فولاد کے زور کے اس جزو ترکیبی میں کنکریٹ کی جزی مزاحمت کو جو بعض لوگ شریک کر دیتے ہیں یہ غلطی ہے۔ جب کبھی کنکریٹ جز کو خود برداشت نہ کر سکے وہاں یہ سمجھنا چاہیے کہ کنکریٹ جز کو بالکل برداشت نہیں کریگا اور سارا جز فولاد پر پڑیگا۔

یا یہ کر سکتے ہیں کہ کنکریٹ کا لحاظ کیا جائے اور فولاد میں صرف اتنا زور لیا جائے جس سے کنکریٹ کا زور حد سے نہ بڑھ جائے۔ مثلاً کنکریٹ میں ت = ۶۰ پونڈ فی مربع انچ لیا جائے اور م = ۱۵ تو فولاد کا زور ۶۰ × ۱۵ = ۹۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔ ظاہر ہے کہ سوائے اس صورت کے کہ فولاد بہت ہی کم ہو اس دوسرے طریقے سے جس میں کنکریٹ کا لحاظ کیا جائے کم جزی مزاحمت حاصل ہوتی ہے بہ نسبت کنکریٹ کو نظر انداز کرنے کے۔

ان باتوں کے علاوہ یہ پایا گیا ہے کہ کارفرما کو کتنی ہی تاکید سے کیوں نہ سمجھایا جائے کہ کنکریٹ کے ایک دن کے کام اور دوسرے دن کے کام میں کہاں اور کس طرح کا جوڑ رکھا جائے پھر بھی اس بات کا یقین نہیں ہو سکتا کہ جوڑ ور تری تناؤ کے ستویوں کے متوازی نہیں ہونگے۔ اس طرح یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ جزی مزاحمت کے معاملے میں صرف فولاد پر بھروسہ کیا جائے۔

البتہ بعض اور حالات ہیں جن سے جزی مزاحمت میں خاصا اضافہ ہوجاتا ہے مثلاً شکل ۴۹ پر غور کرو۔

اگر بوجھ سہارے کے قریب کسی نقطے پر لگایا جائے تو قینچی کا سا عمل پیدا ہوگا جس سے ایک مائل پچکاؤ کا زور پیدا ہوگا۔ اس طرح تراش ۲ ۲ پر بے خطر جز اس مائل پچکاؤ کا انتصابی جزو ترکیبی ہے۔ اور یہ جزو ترکیبی اس صورت میں بھی حاصل رہیگا کہ جزی اِحکام شہتیر کے اندر موجود نہ ہو۔ اور یہ جزو ترکیبی مقدار میں خاصا ہو سکتا ہے۔

دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ بوجھ کا نقطۂ عمل سہارے سے جتنا دور ہوگا، طہ اتنا ہی چھوٹا ہوگا اور بوجھ کی ایک مستقل مقدار کے لیے مائل پچکاؤ اتنا ہی بڑا ہوگا۔ طہ کی اقل قیمت کا تعین یوں کیا جاتا ہے:-

(۱) مائل پچکاؤ اتنا زیادہ نہیں ہونا چاہیے کہ کنکریٹ کا پچکاؤ کا زور حد سے زیادہ ہو جائے یا تہ پر کی سلاخوں کا امتدادی زور حد سے زیادہ ہو جائے جو اس سلسلے میں صرف بطور بندھن کے عمل کرتی ہیں۔

(ب) فولاد کنکریٹ میں سے پھسل نہ جائے۔

شکل ۴۹
شہتیر کی جزی مزاحمت

اس دوسری بات کا اثر طہ کی قیمت پر زیادہ پڑتا ہے اور ہم پہلے اسی سے بحث کرینگے۔

مائل پچکاؤ پر غور کریں تو سلاخ کا بندشی زور اُس زور سے بہت مختلف ہوتا ہے جس کو عام طور پر محسوب کیا جاتا ہے۔

شکل ۴۹ کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ بندشی زور بوجھ اور سہارے کے درمیان مستقل نہیں بلکہ چھوٹا ہوگا یہاں تک کہ سلاخ کنکریٹ کے مائل پچکاؤ کو قطع کرے۔

مائل پچکاؤ کے افقی جزوِ ترکیبی کی مزاحمت سلاخ کے اس چھوٹے سے طول سے ہوگی جو سہارے کے باہر نکلا ہوا ہے۔ اور عام طور پر یہ ہوگا کہ اس طول پر چپک حد سے زیادہ ہوگی۔ لیکن یہ معلوم ہونا چاہیے کہ اس صورت میں مائل پچکاؤ کا عمادی جزوِ ترکیبی سلاخ پر جو آڑا عمل کرتا ہے اس سے چپک کی بے خطر قیمت بہت زیادہ ہو جاتی ہے۔

فرض کرو کہ مائل پچکاؤ کی وجہ سے جزی مزاحمت د ہے تب اس کی وجہ سے فولاد میں تناؤ

$$ت = \frac{ہ}{مس\ ط}$$

اور سلاخ کی رگڑ اس مقام پر جہاں یہ مائل پچکاؤ میں سے گزرتی ہے

$$ٹ = مہ\ ہ$$

جہاں مہ کنکریٹ اور فولاد کے درمیان رگڑ کی قدر ہے۔
انتصابی دباؤ سے جو چپک پیدا ہوتی ہے اس کے علاوہ بھی کسی وجہ سے پیدا ہو سکتی ہے لیکن اسے نظر انداز کرکے ت اور ٹ کو مساوی رکھنے سے

$$\frac{ہ}{مس\ ط} = مہ\ ہ$$

یا

$$مس\ ط = \frac{1}{مہ}$$

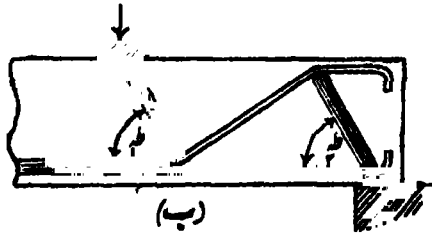
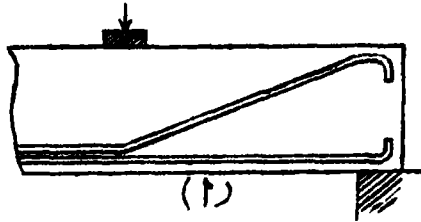
مہ = ۵ء لینے سے معلوم ہوگا کہ ط کی قیمت جب تک مس$^{-1}$ ۲ (یا ۵ء۶۳°) سے زیادہ نہیں پھسلن واقع نہیں ہو سکتی بشرطیکہ سلاخیں مائل پچکاؤ میں سے گزریں۔
جس وقت ط > مس$^{-1}$ ۲ اس وقت افقی تناؤ کا اور مائل پچکاؤ سے پیدا ہونے والی رگڑ کے فرق کو چپک یا کسی میکانی چیز مثلاً کانٹے کے ذریعے برداشت کرنا ہوگا۔

$$مجموعی\ چپک = ہ\ (مس\ ط - \tfrac{1}{2})$$

اس لیے سلاخوں کے سرے سہاروں کے باہر جتنی اچھی طرح ثابت کیے جائیں ترچھی دباؤ بے خطرے کے اتنا ہی زیادہ مائل ہو سکتا ہے۔ جہاں کہیں ممکن ہو اس تثبیت کا خیال رکھا جائے۔
ان باتوں کا اثر اس پر بہت زیادہ پڑتا ہے کہ شہتیروں کے اندر مڑی ہوئی سلاخوں کا انتظام کیا ہے۔ شکل ۵۰ کو دیکھ کر اور اس میں (ب) کا (ا) سے مقابلہ کرکے معلوم ہوگا کہ (ب) میں سلاخ کا زاویہ بہت بڑھا دیا گیا ہے اور جز میں اس کی قیمت بھی اسی تناسب سے بڑھ گئی ہے۔ زاویے ط اور ط۱ (۵ء۶۳° کی بجائے) عام طور پر ۴۵° کے لیے جا سکتے ہیں کیونکہ مڑی ہوئی سلاخوں کے موڑ اور سیدھی سلاخ کے سرے کے کانٹے کی مدد سے مزید چپک

ط (جم ۴۵° - ۱/۲) = ط/۲

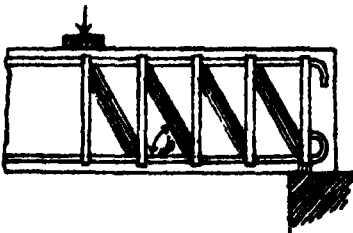
پیدا ہوگئی ہے جو ۴۵° کا زاویہ رکھنے کی صورت میں درکار ہے۔

شکل نمبر ۵۰

جزی مزاحمت کے لیے سلاخوں کی بہترین ترتیب

رکابدار سلاخوں کی جزی مزاحمت

مائل کھچاؤ کی قوتوں کی پیدائش

شکل نمبر ۵۱

رکابدار سلاخوں کی جزی مزاحمت

کا جو اصول ابھی بیان ہوا ہے اس سے سمجھ میں آجائیگا کہ جزی مزاحمت میں رکابوں کا کیا عمل ہے۔

یہ معلوم ہوگا کہ رکاب کے اندر زور (جو کم و بیش ہمیشہ خالص تناؤ ہوتا ہے نہ کہ جز جیسا کہ اب بھی بعض لوگ

خیال کرتے ہیں) اور ان کی ترتیب کی استعداد محض زاویہ طہ پر موقوف ہے۔ اس زاویہ کی انتہائی قیمت کا تعین اس طرح ہوتا ہے کہ مائل بچکاؤ کا افقی جزو ترکیبی سلاخوں کو بغیر پھسلے برداشت کرتا ہے۔ البتہ پھسلن کی مزاحمت میں وہ رگڑ بھی مدد دیگی جو مائل بچکاؤ کے انتصابی جزو ترکیبی سے پیدا ہوگی۔ اگر سلاخ اور رکاب کے درمیان مر کی قیمت ۵ء لی جائے تو طہ کی قیمت ۵ء۲۶° ہر صورت میں بے خطر ہے۔ اگر کنکریٹ اور سلاخ کی چپک بھی لی جائے تو طہ کی اس سے کم قیمت بھی لی جاسکتی ہے۔ چنانچہ بہت سی صورتوں میں

طہ = ۴۵°

بے خطر قیمت ہے۔

اگر طہ = ۴۵° تو معلوم ہوگا کہ جب رکابوں کی گھائی شہتیر کے نیم قطری بازوب کے مساوی ہو تو ہر رکاب میں تناؤ اس جز کے مساوی ہوگا جس کی مزاحمت کی جارہی ہے۔ جب رکاب نزدیک نزدیک رکھے جائیں تو جز کی ایک مستقل قیمت کے لیے رکابوں کا تناؤ باہمی فاصلے کی مناسبت سے گھٹیگا۔ رکابوں کا باہمی فاصلہ شہتیر کی موثر گہرائی سے زیادہ نہیں ہونا چاہئے کیونکہ اگر باہمی فاصلہ اس سے زیادہ ہو تو رکابوں سے فائدہ اٹھانے کے لیے طہ کو اتنا کم کرنا پڑیگا کہ پھسلن واقع ہوگی۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اوپر کے اصولوں کی رو سے شہتیر کی جز کی مزاحمت میں رکابوں سے مدد اسی صورت میں ملیگی کہ رکاب تناؤ اور بچکاؤ دونوں کے ارکان کے ساتھ اچھی طرح ثابت کیے گئے ہوں۔ اکثر ایسا ہوتا ہے کہ یہ بات نہیں پائی جاتی۔ مثلاً شکل ۵۲ء کو دیکھو۔ رکاب (و) اس شرط کو پورا نہیں کرتے۔ کیونکہ بچکاؤ کے مرکز سے کچھ فاصلے تک رکاب کی چپک علی تناؤ نہیں پیدا کرسکیگی۔ اگر شہتیر کے اوپر کی سل دونوں طرف لدی ہوئی ہو تو شہتیر کے اوپر کے اُلٹے معیار سے بچکاؤ پیچ پیدا ہوگا اُس سے رگڑ پیدا ہوگی اور رکاب زیادہ عمدہ طور پر ثابت ہوجائینگے۔ لیکن عام طور پر مناسب یہی ہے کہ اس پر بھروسہ نہ کیا جائے اور رکاب کو کافی لنگر دیا جائے کیونکہ ممکن ہے کہ شہتیر کے اوپر مرتکز بوجھ آجائے جب کہ سل لدی ہوئی نہ ہو۔

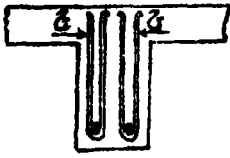
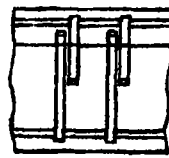
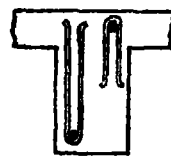
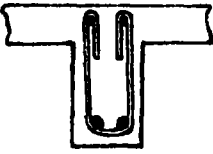
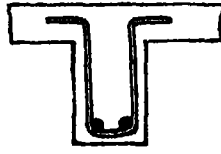
اگر قسم (ا) کی رکابیں استعمال ہوں تو جز کی مزاحمت کی پوری قیمت
نہ لی جائے بلکہ اس کی صرف ایک کسر جو ۶۰ سے اتنی کم ہوسکتی ہے اور جو
رکاب کے طول اور اس کے قطر کی نسبت پر منحصر ہوگی۔ یہ نقص اس طرح
رفع ہوسکتا ہے کہ اُلٹی رکابوں کا اضافہ کیا جائے جیسا (ب) اور (ج) میں
کیا گیا ہے۔ اس صورت میں دونوں رکابوں کے درمیان بندش اتنی مضبوط
ہونی چاہیے کہ مسالے کی پوری استدادی مضبوطی ظہور میں آسکے۔ بندش اتنی مضبوط
ہو تو دونوں رکابوں کو ایک واحد حلقہ سمجھا جاسکتا ہے۔

(ج)

(ب)

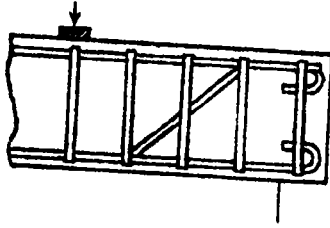
(ا)

(ع)

(د)

شکل ۲۵
رکابوں کے انتظام کا اثر جز کی مزاحمت پر

(د) میں دکھائی ہوئی رکاب عمدہ ہے اور اوپر اور نیچے کی سلاخوں سے
کافی سند ملے تو اس کو پورے طور پر موثر سمجھا جاسکتا ہے۔
(ع) کی رکابیں اتنی اچھی نہیں کیونکہ اوپر کے موڑوں کے نیچے کنکریٹ میں

بہت زیادہ فشار پیدا ہو جاتا ہے۔

جزی کی مزاحمت میں رکاب اور مڑی ہوئی سلاخ دونوں کے اجتماع کا اثر۔

یہ خیال ہو سکتا ہے کہ دونوں نظاموں کے اجتماع پر بھی اوپر کے اصولوں کا آسانی سے اطلاق ہو سکیگا۔ لیکن اس اجتماع کے متعلق چند باتیں خاص طور پہ توجہ کے قابل ہیں۔ مثلاً شکل ۵۳ پر غور کرو جس میں دونوں نظام جمع کئے گئے ہیں اگر مسالا امتحانس ہو تو ظاہر ہے کہ اگر صدر فشاری زور مفروضے کے مطابق ہو (طہ ۴۰ اور ۵ ہ کے درمیان) تو نظری طور پر اس کی کوئی وجہ نہیں کہ ۱۶۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کا زور مڑی ہوئی سلاخ کی سمت میں فرض کیا جائے اور ساتھ ہی ساتھ انتصابی رکابوں میں بھی۔

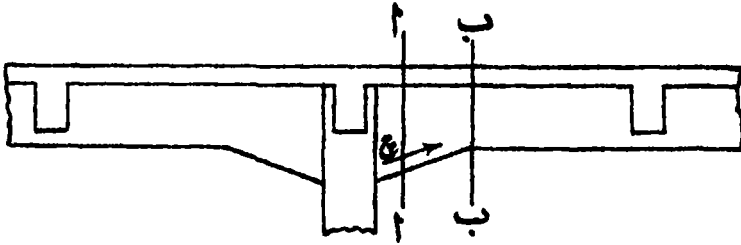
شکل ۵۳

رکاب اور مڑی ہوئی سلاخ کے اجتماع کا اثر جزی کی مزاحمت پر۔

اس کے برخلاف تجربوں سے معلوم ہوتا ہے کہ اکثر صورتوں میں جب رکاب اور مڑی ہوئی سلاخ کا اجتماع کیا جاتا ہے تو عملی بوجھوں کے تحت رکابوں کا زور مڑی ہوئی سلاخوں کے زور سے کم ہوتا ہے۔ اس وجہ سے اگر مڑی ہوئی سلاخوں میں ۱۶۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کا زور پیدا ہو تو رکابوں کی وجہ سے جزی مزاحمت کا حساب کرتے وقت اُن میں زور اس سے کم لینا پڑیگا۔ اس زور کی ٹھیک ٹھیک قیمت اس پر منحصر ہوگی کہ سلاخیں کس زاویے پر مڑی ہوئی ہیں۔ نیز اس مسئلے پر بعض اور حالات موثر ہیں جن کا پورے طور پر علم نہیں۔ رکابوں میں ۸۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کا زور معقول معلوم ہوتا ہے۔

جزی قوت کا اثر کم کرنے میں پہلوؤں کا اثر

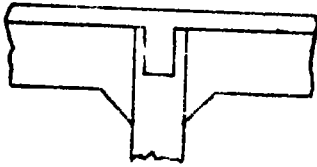
بہت سے وجوہ سے یہ مناسب ہے کہ شہتیروں کو اُن کے سہارے کے نقطوں پر پہلو لگائے جائیں۔ شہتیر کے جزی زوروں پر اس پہلو کا بہت اثر ہوتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اس سے رقبہ اُس تراش پر زیادہ ہو جائیگا جہاں جز زیادہ سے زیادہ ہے۔ لیکن اس سے بھی زیادہ اہم یہ بات ہے کہ سہارے پر کے منفی خماؤ کے معیار کی وجہ سے فشاری کور کی قوت چ مائل ہوتی ہے۔ اگر پہلو دھیما ہو جیسا کہ شکل ۵۴ میں ہے تو فرض کیا جاسکتا ہے کہ اس فشار کی سمت وہی ہوگی جو پہلو کی ہے۔

شکل ۵۴

پہلو کا اثر جزی قوت کو گھٹانے میں

چ کے انتصابی جزوِ ترکیبی کو مجموعی جز میں سے جس کی مزاحمت کرنی ہے تفریق کیا جاسکتا ہے۔ البتہ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ان حسابات میں چ کی وہ قیمت لینی چاہیے جو سہارے پر کے اُس کم سے کم معیار سے پیدا ہو جو اُس بھاری جز کی صورت میں ہوسکتا ہے۔ مثلاً شکل ۵۴ میں ۱۲ پر اعظم جز اُس وقت ہوگا جب دایاں خانہ پورا لدا ہوا ہو اور بایاں خالی ہو اور اس وقت ستون کے اوپر اثنا معیار اور کور کی قوت چ دونوں ممکن ہے بہت کم ہوں۔

کسی خاص صورت میں ان کی قیمت معلوم کرنا آسان نہیں۔ اس کی بحث مسلسل

شہتیروں کے تحت ہلکی (نمبر ۱۹۰) یہاں یہ کہنا کافی ہے کہ یہ زیادہ تر متحرک اور ساکن بوجھ کی نسبت پر منحصر ہے۔

اگر شہتیر کے ایک خاصے طول میں جز تقریباً مستقل ہو جیسا کہ اکثر ہوتا ہے خاص کر صدر شہتیروں میں جن پر ثانوی شہتیروں کے ذریعے مرتکز بوجھ پڑتا ہے تو یہ مائل فشار جس کا ابھی ذکر ہوا ہے صرف ستون کے قریب ظاہر ہوتا ہے مثلاً تراش ب ب پر جہاں جز اتنا ہو سکتا ہے جتنا ۱۲ پر ہے تعدیلی محور کے نیچے تناؤ ہوگا۔ اس لیے شہتیر کے اس حصے میں رکابوں اور مڑی ہوئی سلاخوں کو سارا جز برداشت کرنا ہوگا۔

اگر پہلو چھوٹا ہو جیسا کہ شکل ۵۵ میں ہے تو پہلو کا کوئی اثر لینا ہی نہیں چاہیے۔

شکل ۵۵۔ چھوٹے پہلو

جز کے ارکان کی تجویز کے سلسلے میں ایک عملی نکتہ ہے جس کی وجہ سے مجوز کو مجبور ہونا پڑتا ہے کہ چیزوں کو بہت نازک نہ کردے۔ یہ معلوم ہونا چاہیے کہ جز کی وجہ سے جو ناکارگیاں ہوتی ہیں وہ خماؤ کی ناکارگیوں سے زیادہ اچانک اور اس طرح زیادہ خطرناک ہوتی ہیں۔ نیز اگرچہ صدر سلاخوں کو ان کی جگہ پر ٹھیک ٹھیک بٹھایا جا سکتا ہے لیکن یہ بھروسہ کرنا مشکل ہے کہ موڑ بھی ٹھیک اپنی جگہ پر رہیں گے کیونکہ نہ صرف فولاد کو ان مطلوبہ شکلوں میں رکھنا مشکل ہے بلکہ کنکریٹ اندازی کے دوران میں بھی ترتیب میں کچھ نہ کچھ خلل ضرور واقع ہوتا ہے۔ اگر اس بات کا خیال کرو کہ ایک رکاب یا موڑ کے اپنی جگہ سے بقدر ۲ انچ کے ہٹ جانے سے جزی مزاحمت میں کتنا فرق پڑ جاتا ہے تو معلوم ہوگا کہ رکابوں کو کنکریٹ اندازی سے پہلے تار سے باندھ دینا چاہیے اور رکابوں اور موڑوں دونوں کو حساب سے جو فاصلہ معلوم ہوا ہے اس سے ذرا نزدیک نزدیک ہی رکھنا چاہیے۔ اس وجہ سے یہ مناسب ہے کہ شہتیر کی تجویز میں ط کو اس کی نظری قیمت سے زیادہ ہی لیا جائے

کہ اس طرح کے خلل وغیرہ کی رعایت ہو سکے۔

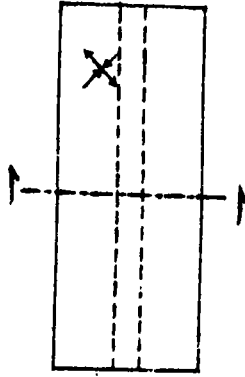
T شہتیروں کی سلوں کا جز

یہ بتایا جا چکا ہے (صفحہ ۴۵) کہ T شہتیر کے فشاری رکن کے طور پر سل کا جو کار آمد عرض ہے وہ سل کے جزی زوروں پر منحصر ہے۔ ہمارے خیال میں ان زوروں کے متعلق حسب ذیل باتیں قابل لحاظ ہیں:۔

ایک آزادانہ سہارے ہوئے T شہتیر میں جس کا سطحی خاکہ شکل ۵۶ میں دیا گیا ہے، سل میں سروں پر کوئی زور نہیں اور تراش ۱۱ پر اعظم فشار ہے۔ زور کے اس فرق کی وجہ سے سل میں پسلی کے متوازی مستویوں پر جز ہوگا۔ یہ جز وتری فشار اور اس کے علی القوائم وتری تناؤ کے معادل ہوگا۔ یہ وتری زور سل کے اندر کے جز پر منحصر ہونگے اور اس کے ساتھ بدلینگے۔ سل کے اندر اعظم زور معلوم کرنے کے لیے ان جزی زوروں کو ابتدائی اصلی فشاری زور کے ساتھ ترکیب دینا ہوگا۔

یہ جو قاعدہ ہے کہ ض فصل کی ایک خاص سر ($\frac{1}{4}$ یا $\frac{1}{2}$) سے زیادہ نہ ہو اس کا مقصد یہ ہے کہ سل کے جز کے مقابلے میں حفاظت کی جائے۔ لیکن اس حفاظت کا بہتر طریقہ یہ ہے کہ ان مستویوں پر کے جز کا حساب لگایا جائے اور جز کی مزاحمت اُن اصولوں سے معلوم کی جائے جو پہلے بیان ہو چکے ہیں۔ اگر سل میں احکام نہ ہو تو یہ جز ۶۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہونا چاہیے ورنہ اُن تنفسی زوروں کی وجہ سے ناکارگی پیدا ہوگی جن کا ذکر اوپر ہو چکا ہے۔ ان زوروں کا حساب کرتے وقت اس پر غور کرنا چاہیے کہ آیا سل کی پوری موٹائی کام میں آتی ہے کیونکہ اوپر کا دو تہائی تو عام طور پر منفی معیار کی وجہ سے پہلے ہی سے بیش افساد کیا ہوا ہوتا ہے۔ اس کے برخلاف سل کے نچلے حصے کی فشاری قوتوں کی وجہ سے مزاحمت میں اکثر اضافہ ہوا کریگا۔

(لیکن یہ اسی صورت میں کہ سل کی تجویز ایسی ہو کہ شہتیر کے اُلٹے معیار کی بھی مزاحمت کر سکے)۔

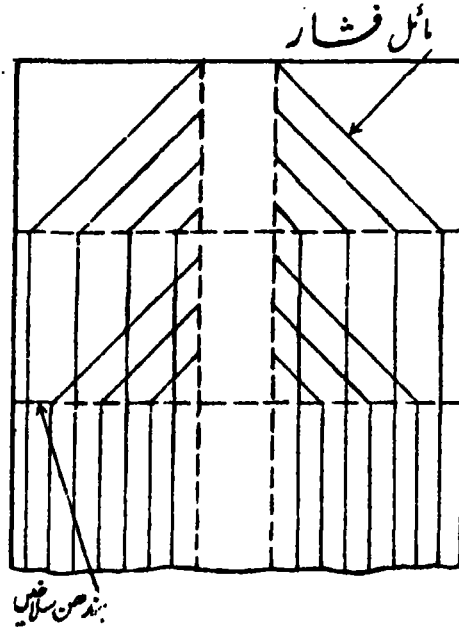
اگر شہتیر کی سل میں بہت سی سلاخیں ہوں جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے تو ان سے وتری تناؤ سے پیدا ہونے والی ناکارگی کا سدِباب ہوجاتا ہے جس طرح

شکل ۵۶

T شہتیر کی سل کے زوروں کی تحلیل

کہ پسلی کے اندر رکابوں کی وجہ سے ہوتا ہے۔ اور سل کو یوں سمجھا جاسکتا ہے کہ ایک جالی دار گرڈر ہے جس میں سلاخیں تناؤ کے ارکان ہیں اور وتری فشار کو کنکریٹ برداشت کرتا ہے جیسا کہ شکل ۵۷ میں نقشے کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔ اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر T سل کے اس جز سے سل کی سلاخوں کے زور میں اضافہ ہوتا ہے تو مناسب نہیں کہ ان کی تجویز میں نزاکت سے کام لیا جائے۔

اُن کشتیوں کی صورت میں جن میں صدر شہتیر اور ثانوی شہتیر ہوں سل کا انحکام عموماً ثانویوں کے بیچ میں ہوتا ہے اور اس صورت میں سل کے اندر جز کی مزاحمت

عموماً آسانی سے حاصل ہو جاتی ہے پھر خواہ ض، ل کا لحاظ کرتے بڑا ہی کیوں نہ ہو۔

شکل ۵۷

جالی دار گرڈر سے مشابہت

صدر شہتیر کی صورت میں میل کا اِحکام عموماً بہت تھوڑا ہوتا ہے اور یہ صورت غور کی محتاج ہے۔

مسلسل شہتیروں کی صورت میں چند اہم باتوں کا لحاظ ضروری ہے۔ ان میں صفر خماؤ کے معیار کی تراش یعنی نقطۂ انعطاف سرے کی بجائے کہیں درمیان میں ہوتا ہے اور سل کے اندر مائل فشاری قوتوں کا ترچھاؤ بھی اسی تناسب سے زیادہ ہوگا۔ مثلاً فرض کرو کہ ایک شہتیر پر مرکز میں مرتکز بوجھ ہے اور مرکز اور سہاروں پر مساوی معیار ہیں تو اس صورت میں نقاط انعطاف چوتھائی فصل پر ہونگے اور اب مائل فشار ایسے ہونگے کہ پورا مرکزی فشار ہی نقطے برداشت کرینگے۔ اب یہ پایا جائیگا کہ اگر شہتیر کے تسلسل کو نظر انداز کر کے نقاطِ انعطاف کو شہتیر کے سروں پر

تصور کریں اور مجموعی کھاؤ کا معیار لیں تو بھی جز کی وجہ سے سل میں یہی زور حاصل ہونگے۔ اس لیے معلوم ہوا کہ مرتکز بوجھ کی صورت میں جہاں تک جز سے پیدا ہونے والے زوروں کا تعلق ہے اس سے کوئی فرق نہیں پڑتا کہ مرکزی فشار معیار کو $\frac{ف}{ل}$ اور نقطۂ انعطاف کو چوتھائی نقطے لے کر معلوم کیا گیا ہے یا معیار کی پوری قیمت $\frac{ف}{ل}$ لے کر اور نقاطِ انعطاف کو سروں پر لے کر معلوم کیا گیا ہے۔ دوسرا طریقہ عموماً زیادہ سہل ہوتا ہے۔

اس کا اثر $\frac{ف_س}{ل}$ کی بے خطر قیمت پر بہت ہے جس کو آر۔آئی۔بی۔اے کی رپورٹ $\frac{1}{3}$ تک محدود رکھنے کا مشورہ دیتی ہے۔ اوپر کی بحث سے معلوم ہوگا کہ اگر سل کی سلاخوں کا اثر بطور رکابوں کے نظر انداز بھی کر دیا جائے تو مساوات

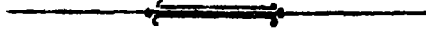
$$\frac{1}{3} = \frac{ف_س}{ل}$$

میں جو ل ہے وہ وسط سے نقطۂ انعطاف کے فاصلے کا دگنا لیا جانا چاہیے نہ کہ شہتیر کے فصل کے مساوی۔ لیکن ہم $\frac{ف_س}{ل}$ کو کوئی مقررہ قیمت دینے کے حامی نہیں اور ہر صورت کے لیے اس کو علحدہ تعین کرنے کا مشورہ دیتے ہیں۔ قابل مجوزوں کے ساتھ یہ ہرگز جائز نہیں اور صنعت و حرفت کا اس میں سراسر نقصان ہے کہ مسالے کا نقصان کرنے والے قواعد محض اس لیے بنائے جائیں کہ یہ قواعد آسان ہیں اور زیر بحث قاعدے میں اس کے سوائے کوئی بات نظر نہیں آتی کہ وہ آسان ہے۔

زیادہ تفصیلی بحث کے لیے دیکھو "محکم کنکریٹ کے شہتیروں کی[1]

---

[1] Resistance of Reinforced Concrete Beams to Shear, by Oscar Faber.

مزاحمتِ جز" مصنفہ آسکر فیبر۔ اِس کے اندر تکمل تجرباتی شہادت بھی موجود ہے۔ اِس کا کچھ خلاصہ کتاب ہذا کی جلد دوم میں دیا گیا ہے ؛

بہت سے ماہرِ فن اشخاص اور مجلسوں نے محکم کنکریٹ کے ستون کی تجویز کے متعلق جو قواعد نافذ کیے ہیں اُن سے تو کسی شخص کو یہی گمان ہوگا کہ اس سے زیادہ سہل تجویز کوئی ہے ہی نہیں۔

غالباً اس کی وجہ یہ ہے کہ جب کبھی کوئی مسئلہ حد سے زیادہ پیچیدہ ہو جاتا ہے تو لوگ محض اس کو سہل بنانے کے لیے بہت سی اہم باتوں کو نظر انداز کر دیتے ہیں۔ یہی حال ستون کی تجویز کا ہے۔ در اصل اس کی تجویز کوئی آسان چیز نہیں اور اس موضوع پر جو کتابیں موجود ہیں اور بہت سے مجوزوں کا جو دستور ہے اُن میں بہت سی اہم باتوں کو نظر انداز کر دیا گیا ہے۔ ہمارے خیال میں اُن حادثات میں سے جو کنکریٹ کی تعمیروں میں ہوئے ہیں بعض کی یہی وجہ ہے۔

دِقت سب میں بڑی یہ ہے کہ ستون پر کے بوجھ کا خروج المرکز

ٹھیک ٹھیک معلوم کیا جائے۔ عام طور پر محکم کنکریٹ کے ستونوں میں خروج المرکز صفر لیا جاتا ہے اگرچہ کہ بعض صورتوں میں خماؤ کا وجود صاف ظاہر ہوتا ہے اور حالانکہ فولاد کی تعمیر میں بھی اس خماؤ کی رعایت رکھی جاتی ہے۔

یہ غلطی کتنی خطرناک ہے اس کا اندازہ اس سے ہوسکتا ہے کہ ایک چھوٹے سے خروج المرکز سے ایک رکن کے اندر زور دگنا ہو جاتا ہے (محکم کنکریٹ کے ستون میں ۱/۸ قطر کے خروج المرکز سے زور دگنا ہو جاتا ہے)۔

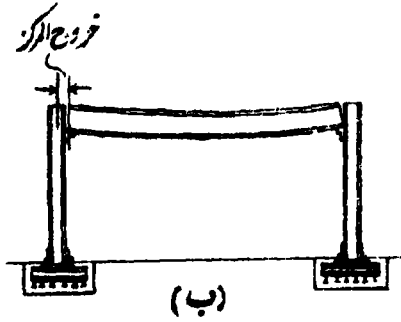
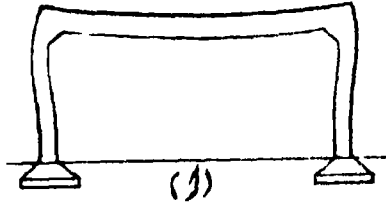
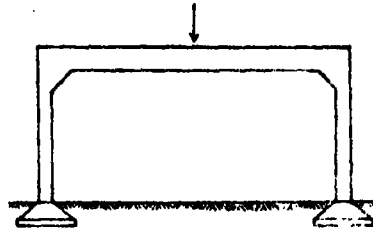
مثلاً شکل ۵۸ میں جو تعمیر دکھائی گئی ہے اس قسم کی ایک تعمیر پر غور کرو۔ ظاہر ہے کہ شہتیر پر بوجھ لگایا جائے تو اس میں انصراف پیدا ہوگا اور شہتیر کے سروں پر ایک ڈھال عائد ہوگا۔ اور چونکہ شہتیر اور ستونوں کے جوڑ استوار ہیں اس لئے ستونوں میں بھی خمیدگی پیدا ہوگی۔

پوری تعمیر انصراف کے بعد جو شکل اختیار کرے گی اس کو کسی قدر نمایاں کر کے شکل ۵۹ (ا) میں دکھایا گیا ہے۔

ظاہر ہے کہ اب ستون پر راست بوجھ کے علاوہ خماؤ کا معیار بھی ہے۔ بلکہ واقعہ یہ ہے کہ اس طرح کے ستون پر اعظم زور راست بوجھ سے پیدا ہونے والے زور سے ۲۰۰ فیصدی تک زیادہ ہوسکتا ہے۔ اس سے معلوم ہوگا کہ خروج المرکز کی تعیین کتنی اہم ہے اور یہ مسئلہ جتنا اہم ہے اتنا ہی مشکل بھی ہے۔

آہنکاری میں اسی طرح کا مسئلہ بیرونی ستونوں کے بوجھ کا خروج المرکز معلوم کرنے میں پیش آتا ہے۔ لیکن وہاں یہ مسئلہ عام طور پر مقابلۃً زیادہ آسان ہوتا ہے کیونکہ وہاں شہتیر اور کھم کے جوڑ کی استواری شہتیر یا کھم کی استواری سے کم ہوتی ہے جس کی وجہ سے ہوتا یہ ہے کہ شہتیر میں خمیدگی پیدا ہو تو بھی جوڑ میں اتنی ملائمت ہوتی ہے کہ کھم پر زیادہ اثر نہیں پڑتا۔ اس طرح خروج المرکز کے لیے وہ فاصلہ لیا جاسکتا ہے جو کھم کے مرکزی خط سے اس کلیٹ (cleat) کے مرکز تک ہے جس پر شہتیر ٹکا ہوا ہے یا اسی طرح کا کوئی فاصلہ جو جوڑ کی نوعیت پر منحصر ہوگا یہ صورت حال شکل ۵۹ (ب) میں دکھائی گئی ہے اور ظاہر ہے کہ محکم کنکریٹ کے مقابلے میں بہت آسان ہے۔

محکم کنکریٹ میں جوڑ ملائم نہیں ہوتا بلکہ کم از کم اتنا استوار ہوتا ہے جتنا کہ

شکل ۵۵

خود شہتیر یا ستون اور اس طرح حل مشکل ہو جاتا ہے۔ البتہ اتنا ضرور نظر آتا ہے کہ خروج المرکز عموماً آہنکاری کے مقابلے میں زیادہ ہوگا کیونکہ ستون زیادہ بڑے زاویے میں خم ہوتا ہے۔

ہمارا خیال ہے کہ اکثر مجوزان ثانوی زوروں کی اہمیت تسلیم کرینگے۔ لیکن

اب بھی مجوزوں کی ایک جماعت ایسی موجود ہے جس کا خیال ہے کہ "شہتیر کے سرے ستونوں کی وجہ سے جو ثابت ہوگئے ہیں اگر ان کو ثابت نہ سمجھ کر شہتیر کی تجویز کی جائے تو ستون کی تجویز میں کسی معیار کا لحاظ رکھنے کی ضرورت نہیں اور سروں کے ثابت ہونے سے مضبوطی میں اضافہ ہی ہوگا۔"

لیکن اس خیال کی غلطی ظاہر ہے۔ شہتیر کے سروں کے ثابت ہونے سے ممکن ہے کہ شہتیر کمزور نہ ہو لیکن ستون کمزور ہو سکتا ہے اور ہو جاتا ہے۔ اور ایک مفروضے کی بناء پر تجویز کرنے سے وہ مفروضہ صحیح تھوڑا ہی ہو جاتا ہے۔ اسی طرح کا استدلال بعض لوگ مدور ساگردوں کی تہ کے بعض معیاروں کو نظر انداز کرنے کے متعلق کرتے ہیں۔ ان کا ذکر ان کے موقع پر آئیگا۔

اس تمہید کے بعد ہم ستونوں کی تفصیلی تجویز پر غور کرینگے۔ آسانی کے لیے اس کو دو حصوں میں تقسیم کیا جائیگا۔ ایک حصے میں راست اور خروج المرکزی بوجھوں کی مزاحمت پر غور کیا جائیگا اور یہ اس باب میں کیا جائیگا۔ دوسرا حصہ اس کے بعد کے دو بابوں میں ہے جس میں ان بوجھوں اور خروج المرکزوں کی تعیین سے بحث ہوگی۔

(ل) چھوٹے ستون

مرکزی لداؤ

یہ بتایا گیا ہے (صفحہ ۵۲) کہ بعض نظری مفروضوں کی بناء پر ستون کے طولی فولاد کی بجائے (م-۱) گنا کنکریٹ رکھ دیا جا سکتا ہے جس سے ستون کے بے نظر بوجھ کے لیے یہ جملہ حاصل ہوگا۔

$$ہ = ج \left\{ ا + ا_ل (م - ۱) \right\}$$

لیکن اس جملے کو تجویز میں استعمال کرنے سے پہلے بہت سی

باتوں پر غور کرنا ہوگا جن کا ستون کی مضبوطی پر اثر ہوتا ہے۔

اگر ستون میں صرف طولی سلاخوں سے اِحکام کیا گیا ہو (شکل ۵۹) تو معلوم ہوگا کہ اس میں وہ مزید مضبوطی نہیں پیدا ہوتی جو اوپر کے ضابطے سے ظاہر ہوتی ہے بلکہ متعدد امتحانوں میں تو محکم ستون سادہ ستون سے بھی کم زور پایا گیا ہے۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اوپر کے ضابطے کا استعمال درست ہو تو بھی چند قیود کے تحت ہوگا۔

شکل ۵۹ کی طرح جو ستون محکم ہوا ہو اُس کی ناکارگی اِحکامی سلاخوں کے خمیانے سے پیدا ہوگی۔ کیونکہ اِن سلاخوں میں عام طور پر طول اور قطر کی نسبت بہت بڑی ہوگی اور اس طرح یہ سلاخیں بہت تھوڑے بوجھ پر خمیا جائینگی۔ ظاہر ہے کہ اگر بندھن موجود نہ ہوں تو اس خمیانے کی مزاحمت

شکل ۵۹

کے لیے صرف کنکریٹ کی امتدادی مضبوطی ہے یہی وجہ ہے کہ صرف طولی اِحکام والے ستون اتنے کم زور ہوتے ہیں۔ تھوڑے تھوڑے فاصلے سے بندھن لگا کر اس تاوقت خمیانے کو روکا جاسکتا ہے۔ اور اس نقطۂ نظر سے بندھنوں کا باہمی فصل نظری طور پر سلاخوں کی جسامت کا کوئی تفاعل ہونا چاہیے، مثلاً قطر کا ۱۶ گنا، اور فصل اس سے زیادہ نہ ہو تو ضابطہ درست ہونا چاہیے۔ لیکن تجربات سے معلوم ہوتا ہے کہ ایسا نہیں اور یہ کہ طولی اِحکام کو خمیانے سے روکنے کے علاوہ بندھنوں کے اور بھی فرائض ہیں۔ بندھن قریب قریب ہوں اور مناسب شکل کے ہوں تو یہ کنکریٹ کے جانبی پھیلاؤ کو روکتے ہیں جو طولی فشار سے پیدا ہوتا ہے اور اس طرح بے خطر زور کو بڑی حد تک بڑھا دیتے ہیں۔

یہ واقعہ سب میں پہلے کنسی ڈیر نے مطالعہ کیا۔ اس کے نزدیک اس قسم کے اِحکام کی اتنی قدر و قیمت تھی کہ اُس نے اس کے لیے مرغولوں کا استعمال ایجاد کیا۔ اُس کے نظری حسابات سے جن کی تجربے سے تصدیق ہوچکی ہے پتہ چلتا ہے

Considére ۱ط

کہ مرغولہ دار بندش سے مضبوطی کا اضافہ اسی فولاد کو طولی احکام میں لگا دینے کی نسبت ۴ء۲ گنا ہوتا ہے۔

اِس بنا پر مرغولہ دار اِحکام کے ستونوں کے لیے ذیل کا ضابطہ تجویز کیا گیا ہے:

ھ = چ {ا + (ال + ۴ء۲ ام) (م - ۱)}

جہاں ام = مرغولی فولاد کا حجم ÷ ستون کا طول

= اسی فولاد کا رقبہ اگر اس کو طول میں لگا دیا جاتا

اِس ضابطے کے استعمال پر ذیل کی قیود ہیں:—

(۱) کنکریٹ کا رقبہ ا صرف مرغولے کے اندر کا لینا چاہیے۔ مرغولے کے باہر کا رقبہ نظر انداز کر دینا چاہیے۔ اس کی وجہ ظاہر ہے کیونکہ تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ پوشش انتہائی زور سے بہت پہلے طولی تقصر کی وجہ سے جھڑ جاتی ہے۔

(۲) مرغولے کی گھائی چھوٹی ہونی چاہیے۔ اِحکام کا فیصد تھوڑا ہو تو گھائی مرغولے کے قطر کے ⅙ سے زیادہ نہ ہونی چاہیے۔ فیصد زیادہ ہو تو گھائی اِس سے بھی چھوٹی ہونی چاہیے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مرغولی اِحکام جتنا زیادہ ہو کنکریٹ کا زور اُتنا ہی زیادہ ہوگا اور اس کا جانبی طور پر مرغولوں کے درمیان پھوٹ نکلنے کا میلان بھی زیادہ ہوگا۔

(۳) مرغولے کے علاوہ طولی فولاد بھی خاصی مقدار میں ہونا چاہیے۔ اور عمدہ نتائج حاصل کرنے کے لیے مرغولے کی جسامت اور گھائی کے ساتھ تناسب میں ہونا چاہیے۔ عام طور پر کم از کم آٹھ سلاخوں کی ضرورت ہوگی۔ ان کا کام زیادہ تر یہی ہے کہ مرغولوں کے درمیان کنکریٹ کے پھول جانے کو روکے اور ان کا قطر مرغولوں کی گھائی کے متناسب ہونا چاہیے۔

ہم یہ نہیں کہتے کہ اگر یہ شرائط پوری نہ ہوں تو مرغولہ دار احکام سے ستون کی مضبوطی میں کوئی اضافہ نہیں ہوگا البتہ یہ ضرور کہتے ہیں کہ اتنا اضافہ نہیں ہوگا جتنا کہ ضابطے

ہیں بیان کیا گیا ہے اور ان شرائط کی عدم موجودگی میں اِس ضابطے کا استعمال خطرناک ہے۔

اُن صورتوں میں بھی جن میں انتہائی بوجھ کے لیے یہ ضابطہ لگ سکتا ہے یہ امر مشکوک ہے کہ آیا اس ضابطے سے معمولی قدرِ سلامتی کے ذریعے بے خطر عملی بوجھ محسوب ہو سکتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ قبل اس کے کہ یہ شدید زور پیدا ہوں اور مرغولہ اپنی لچک کی حد کو پہنچے کنکریٹ میں اس حد تک مسخ پیدا ہوگا کہ وہ دائمی طور پر تحلیل ہو جائیگا۔ اگر بوجھ مستقل ہو تو یہ کوئی خطرناک بات نہیں لیکن جہاں بھاری صدمات یا ارتعاشوں کا مقابلہ کرنا ہو وہاں ضرور خطرناک ہے۔ نیز یہ امر بھی مشکوک ہے کہ یہ تحلیل شدہ کنکریٹ معمولی زور کے تحت کے کنکریٹ کی طرح گھر کا مقابلہ کر سکتا ہے۔

یہ معلوم ہونا چاہیے کہ مرغولی اِحکام سے کنکریٹ کے اندر زور

$$ج = \frac{د}{ا + ا_ل (م - ۱)}$$

سے کم نہیں ہوتا۔ البتہ ناکارگی واقع ہونے سے پہلے تک زور کی حد کو وسیع کر دیتا ہے۔ اس لیے اگر مرغولی اِحکام اتنا ہو کہ ستون کی مضبوطی کو دُگنا کر دے تو کنکریٹ کا عملی زور ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے بڑھ کر ۱۲۰۰ ہو جائیگا اور اگرچہ قدرِ سلامتی تھوڑی مدت کے لیے کافی ہو سکتی ہے لیکن بوجھ کی تکرار اور ناموافق موسمی حالات کے تحت ضرور گھٹ جائیگی۔ اور مرغولے کا پورا فائدہ ضابطے کی حد تک اٹھایا گیا ہو تو یقینی ہے کہ مسخ اور ستون کا خمیانے کی جانب میلان معمولی ستون کی نسبت بہت زیادہ ہوگا۔

اِس سلسلے میں یہ بھی بیان کر دینا چاہیے کہ شدید آتشزدگی کی صورت میں وہ ستون جس کی مضبوطی کے لیے حلقوں پر بیشتر بھروسہ کیا گیا ہے زیادہ متاثر ہوگا بہ نسبت معمولی کنکریٹ کے ستون کے۔ کیونکہ یہ تو عام طور پر معلوم ہے کہ شدید زوروں کے تحت مرغولے کے باہر کے کنکریٹ میں جھڑ جانے کی خاصیت

ہوتی ہے۔اور یہ خاصیت آتشزدگی کی صورت میں بڑھ جاتی ہے۔ایک بار جب اس محافظ پوشش کو نقصان پہنچ گیا اور مرغولے کی سطح آگ کے زیرِ اثر آگئی۔ تو پھر اس حلقہ بندی کا فائدہ بالکل جاتا رہیگا۔معمولی ستون کی صورت میں بیرونی تر کی تحلیل سے مضبوطی کی کمی صرف رقبہ کی کمی کے متناسب ہوتی ہے۔ اور رقبے کی کمی عام طور پر کم ہوتی ہے۔

ہمارا مطلب یہ ہرگز نہیں کہ مرغولہ بندی کے خلاف ایک لفظ بھی کہیں بلکہ ہمارا تو خیال ہے کہ اکثر صورتوں میں یہ ستون کے احکام کی بہت مناسب شکل ہوتی ہے خاص کر جب کہ طول قطر کا لحاظ کرتے کم ہو اور جب کہ احکام کا مقصد راست فشار کی مزاحمت ہو نہ کہ تماؤ کے معیار کی۔

البتہ ہمارا خیال ہے کہ بے خطر عملی بوجھ کا حساب لگاتے وقت کنسی ڈیر کے ضابطے سے بہت بڑی قیمت حاصل ہوتی ہے اور اس کی وجہ سے تعمیر میں مستقل قدرِ سلامتی خاطر خواہ نہیں ہوگی۔

اب ہم پھر طولی سلاخوں اور آڑے بندھنوں والے احکام سے بحث کرینگے۔یہ بیان ہو چکا ہے کہ آڑے بندھن سلاخوں کو خمیانے سے روکتے ہیں اور اس کے ساتھ ہی کنکریٹ کے عرضی پھیلاؤ کو روک کر ستون کی مضبوطی میں اسی طرح اضافہ کرتے ہیں جس طرح کہ مرغولہ دار احکام کرتا ہے۔اس کا ثبوت یہ ہے کہ لچک کے زوروں کے تحت سلاخوں کو خمیانے سے روکنے کے لیے بندھنوں کی جس گھائی کی ضرورت ہے وہاں تک گھائی کو چھوٹا کرنے پر انتہائی مضبوطی رُک نہیں جاتی بلکہ گھائی کو اَور چھوٹا کریں تو اَور زیادہ ہوتی ہے۔

اس لیے اگر ضابطے کو بالکل صحیح بنانا ہو تو اس میں طولی فولاد کے علاوہ ان جانبی بندشوں کا بھی لحاظ رکھنا چاہیے۔اور چونکہ گھائی کی کمی سے بندشوں کی استعداد بحیثیت حلقوں کے زیادہ ہو جاتی ہے اس لیے اس بات کا بھی لحاظ رکھنا چاہیے۔

Considère ۔ ۹؎

ستونوں کے امتحانوں سے بھی معلوم ہوتا ہے کہ طولی فولاد اُس وقت زیادہ موثر ہوتا ہے جب کہ بندھن قریب قریب ہوں بہ نسبت بندھن دور دور ہونے کے اس وجہ سے مناسب ہے کہ ضابطہ

$$د = ج \left\{ ا + (م - ۱) ا_ل \right\}$$

میں م کی تعیین کے وقت بندھنوں کے باہمی فصل کا لحاظ رکھا جائے۔

ایک فرانسیسی کمیٹی[لہ] ۱۹۰۶ء نے حسب ذیل ضابطہ تجویز کیا جس کے اندران تمام باتوں کا لحاظ شامل ہے

$$د = ج (ا + م ا_ل) \left(۱ + مَ \frac{حَ}{ح}\right)$$

فرض کرو کہ گ = ستون کا اقل بُعد، تب م کی قیمت ۸ سے ۱۵ تک لی جائیگی۔ قیمت ۸ اُس وقت لی جائیگی جب کہ طولی سلاخوں کا قطر $\frac{گ}{۱۰}$ سے زیادہ ہو اور بندھنوں کا باہمی فصل گ کے مساوی ہو۔ عملاً باہمی فصل کی یہ اعظم قیمت ہے اور جب باہمی فصل اتنا بڑا رکھا جائے تو اس کا خیال رکھنا چاہیے کہ وہ ٹھوکنے کے دوران میں اپنی جگہ سے ہٹ نہ جائیں اور نہ بے پروائی سے لگائے جائیں۔

م کی اعظم قیمت ۱۵ اُس وقت لی جاسکتی ہے جبکہ طولی سلاخوں کا قطر $\frac{گ}{۱۰}$ سے زیادہ نہ ہو اور جبکہ بندھنوں کا باہمی فصل $\frac{گ}{۳}$ سے کم ہو۔

نوٹ۔ چونکہ فرانسیسی کمیٹی اپنے ضابطے کے م کو تجربے سے حاصل کرتی ہے اور ضروری نہیں کہ یہ م $\frac{ع_ف}{ع_ک}$ کے مساوی ہو اس لیے اس ضابطے میں (م ـ ۱) لکھنا بے سود تھا۔ اگر اس ضابطے کو اوپر کے ضابطہ کی شکل دینا مقصود ہو تو م کی جگہ م ـ ۱ لکھ سکتے ہیں لیکن اس صورت میں م کی قیمت اس سے بقدر ایک کے زیادہ لینا چاہیے جو فرانسیسی کمیٹی نے تجویز کیا ہے۔

لہ French Commission du Ciment Armé

$\frac{\text{حَ}}{\text{ح}}$ = بندھنوں اور ستون کے حجموں کی نسبت

مَ = بندش کی استعداد اور یہ باہمی فصل پر منحصر ہے۔

معمولی کڑیوں یا بندھنوں کے لیے جو ستون کی تراش میں ایک مستطیل بنائیں مَ کی قیمت ۸ سے ۱۵ تک ہو سکتی ہے۔ قیمت ۸ اُس وقت ہوگی جب کہ بندھنوں کا باہمی فصل گ ہو اور ۱۵ اُس وقت جبکہ $\frac{\text{گ}}{\text{۴}}$ ہو۔

مرغولہ دار بندش کی صورت میں اس کی قیمت ۱۵ سے ۳۲ تک ہو سکتی ہے۔ چھوٹی قیمت اُس وقت لی جائیگی جب کہ مرغولے کی گھائی $\frac{\text{گ}}{\text{۲٫۵}}$ ہو اور بالائی قیمت جب کہ گھائی

۵۰ کیلو گرام فی مربع سمر۲ یا ۷۱۱ پونڈ فی مربع انچ کے زور کے لیے $\frac{\text{گ}}{\text{۵}}$ سے زیادہ نہ ہو

۸۰	"	"	۱۱۴۰	"	"	"	$\frac{\text{گ}}{\text{۶٫۵}}$	" "
۱۰۰	"	"	۱۴۲۲	"	"	"	$\frac{\text{گ}}{\text{۸}}$	" " "

اور اس شرط پر کہ طولی سلاخیں تعداد میں کم سے کم ۶ ہوں اور ان کا رقبہ مرغولے کے رقبے کا ۰٫۵ فیصدی ہو اور حجم مرغولہ دار احکام کے حجم کے $\frac{1}{۳}$ سے کم نہ ہو۔

ایک بہت اہم اور قابل تعریف شرط اس ضابطے کے سلسلے میں یہ رکھی گئی ہے کہ کسی صورت میں بھی کنکریٹ میں عملی زور سادہ کنکریٹ کی انتہائی مضبوطی کے ۶۰ فیصدی سے زیادہ نہ ہو پھر خواہ کتنا ہی جانبی یا مرغولہ دار احکام لگا یا گیا ہو۔

اِس ضابطے میں ج کی قیمت ۹۰ دن کے بعد کی انتہائی مضبوطی کا ۲۸ فیصدی لینے کا مشورہ دیا گیا ہے۔ کنکریٹ کی مختلف طاقتوں کے لیے اس کی انتہائی مضبوطی کمیٹی کی رو سے حسب ذیل ہوگی:-

جدول ۱

کنکریٹ کی انتہائی مضبوطی

(نوٹ۔ اگر ریت اور بجری پہلے سے ملا لئے گئے ہوں تو ان کا حجم کم ہو جاتا ہے)

کنکریٹ	بجری	ریت	سمنٹ	سمنٹ کی نسبت ریت + بجری سے بلحاظ حجم	انتہائی مضبوطی ۹۰ دن	
	لیتر	لیتر	کیلوگرام		کیلوگرام فی مربع سم	پونڈ فی مربع انچ
(ا)	۸۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۱ = ۵٫۸	۱۶۰	۲۲۸۰
(ب)	۸۰۰	۴۰۰	۳۵۰	۱ = ۵	۱۸۰	۲۵۶۵
(ج)	۸۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱ = ۴٫۳۵	۲۰۰	۲۸۵۰

اس طرح ج کی بے خطر قیمت یعنی عملی زور فرانسیسی قاعدے کی رُو سے حسب ذیل ہوگا:-

جدول ۲

ستونوں کے بے خطر عملی زور فرانسیسی قاعدے سے

کنکریٹ	بے خطر زور	
(ا)	۸٫۴۴ کیلوگرام فی مربع سم	۶۴۰ پونڈ فی مربع انچ
(ب)	۵۰٫۴ "	۷۱۸ "
(ج)	۵۶ "	۷۹۷ "

یہ جو شرط ہے کہ کسی صورت میں بھی عملی زور سادہ کنکریٹ کی انتہائی مضبوطی کے ۶۰ فیصدی سے زیادہ نہ ہو خواہ کتنی ہی جانبی یا مرغولہ بندش اختیار کی گئی ہو اس شرط سے

ج $\left\{ ١ + م \frac{ح}{ح} \right\}$ کی قیمت حسب ذیل حد میں محدود ہو جاتی ہے:۔

جدول ۳

کنکریٹ	ج (۱+م $\frac{ح}{ح}$) کی انتہائی قیمت	
(ا)	۹۸ کیلوگرام فی مربع سمر	۱۳۶۵ پونڈ فی مربع سمر
(ب)	۱۰۸ 〃	۱۵۳۸ 〃
(ج)	۱۲۰ 〃	۱۷۰۸ 〃

ہماری رائے میں اب تک ستونوں کے متعلق جتنے قاعدے وضع ہوئے ہیں اُن میں فرانسیسی قاعدہ بہترین ہے۔

یہ ذرا پیچیدہ بے شک معلوم ہونگے لیکن مسئلہ ہی پیچیدہ ہے جس میں بہت سے متغیر ہیں اور ضابطہ کو اگر اس سے زیادہ سادہ بنایا جائے تو بعض ایسی باتوں کو نظرانداز کرنا پڑیگا جن کا ستون کی مضبوطی پر بالراست اثر ہے فرانسیسی قاعدوں میں ان باتوں کا لحاظ رکھا جاتا ہے۔

فرانسیسی عملی زور ایسے ہوتے ہیں کہ وہاں کا کم زور سے کم زور کنکریٹ یعنی کنکریٹ (ا)۔ ہمارے عام کنکریٹ سے (۱ : ۶) زیادہ طاقتور ہوتا ہے۔

یہ یقیناً زیادہ مناسب ہے کہ زیادہ طاقتور کنکریٹ پر بھاری زور لگائے جائیں، جیسا کہ فرانس میں ہوتا ہے، کیونکہ مضبوطی کا اضافہ اس صورت میں یقینی اور دائمی ہوتا ہے اور خاص کر ستون میں طاقتور آمیزہ بہت قابلِ ترجیح ہے۔

یہ کہنا ضروری ہے کہ اِس سلسلے میں ایک اہم بات ہے جو فرانسیسی

قاعدوں میں بھی نظر انداز کردی گئی ہے اور وہ $\frac{ع_ف}{ع_ک}$ = م کا تغیر ہے جو طاقت کی تبدیلی سے پیدا ہوتا ہے۔ اس تغیر کی مقدار ذیل کی جدول سے معلوم ہوگی جو جارج کمبال[1] کے ۱۲ انچ مکعبوں پر کیے ہوئے امتحانوں سے حاصل ہوئی ہے۔ ان مقیاسوں میں مجموعی فساد میں سے مستقل فساد کو منہا کر لیا گیا ہے اور اس طرح مقیاسوں کی جو قیمت حاصل ہوئی ہے وہ صرف مجموعی فساد کے لحاظ سے حاصل ہونے والی قیمت سے زیادہ ہے۔

جدول ۴

تناسب	معمولی گیلا کنکریٹ		غیر معمولی مضبوط کنکریٹ	
	کچلاؤ کی مضبوطی ۲۸ دن پونڈ فی مربع انچ	لچک کا مقیاس پونڈ فی مربع انچ	کچلاؤ کی مضبوطی ۲۸ دن پونڈ فی مربع انچ	لچک کا مقیاس پونڈ فی مربع انچ
۱ : ۱½ : ۳	۲۲۰۰	۲٫۵ × $۱۰^{٦}$	۲۸۰۰	۳٫۶ × $۱۰^{٦}$
۱ : ۲ : ۴	۱۸۰۰	۲٫۰ × $۱۰^{٦}$	۲۵۰۰	۳٫۲ × $۱۰^{٦}$
۱ : ۲½ : ۵	۱۵۰۰	۱٫۸ × $۱۰^{٦}$	۲۲۰۰	۲٫۸ × $۱۰^{٦}$
۱ : ۳ : ۶	۱۲۰۰	۱٫۶ × $۱۰^{٦}$	۱۹۰۰	۲٫۵ × $۱۰^{٦}$
۱ : ۴ : ۸	۹۰۰	۱٫۳ × $۱۰^{٦}$	۱۵۰۰	۲٫۰ × $۱۰^{٦}$

اس جدول سے صاف طور پر معلوم ہوتا ہے کہ طاقتور آمیزے سے م کی قیمت کم حاصل ہوگی۔ اور اس طرح طاقت کی وجہ سے جہاں مضبوطی میں اضافہ ہوگا وہاں ایک خفیف سا نقصان طولی فولاد کی استعداد گھٹ جانے سے ہوگا۔ ستونوں

[1] George A. Kimball

تجربات کر کے اس کی تصدیق کرنا دلچسپی سے خالی نہ ہوگا۔

اِس جدول سے معمولی گیلے کنکریٹ اور "غیر معمولی مضبوط کنکریٹ" کے مقیاسوں کا بھی فرق بھی معلوم ہوگا۔ "غیر معمولی مضبوط کنکریٹ" سے مراد غالباً سوکھا ملایا ہوا اور خوب ٹھوکا ہوا کنکریٹ مراد ہے۔ لیکن اِس فرق کی عملی طور پر کوئی بڑی اہمیت نہیں کیونکہ اِحکام کے جو مستعملہ انتظامات ہیں اِن میں یہ غیر معمولی طریقہ ممکن نہیں۔

بندش کی بحث کے سلسلے میں اِن امتحانوں کا سرسری مطالعہ کرنا دلچسپ ہوگا جو پروفیسر[1] باخ نے سٹٹ گرٹ[2] میں ستونوں پر کیے ہیں۔ تمام نمونے ۱ میٹر (۴ء۳۹ انچ) لمبے اور ۲۵۰ ملی میٹر مربع تھے۔ بعض غیر محکم تھے اور باقی میں چار چار سلاخیں تھیں جن کا مرکز سے مرکز تک فاصلہ ۱۸۰ ممر اور قطر ۱۵ سے ۳۰ ممر تک تھا۔ ان کو جو کڑیاں لگائی گئیں وہ ۷ ممر قطر کی اور مرکز سے مرکز تک فاصلہ ۶ء۲۵ سے ۲۵ سمر تک تھا جیسا کہ جدول ۵ اور شکل ۶۰ میں تفصیلاً دیا گیا ہے۔

جدول ۵

نمونہ	طولی سلاخوں کا قطر	کڑیوں کا باہمی فصل	طولی سلاخوں کا فیصد	کڑیوں کا فیصد
	ممر	سمر		
۱	—	—	—	—
۲	۱۵	۲۵ء۰	۱ء۱۴	۰ء۴۰
۳	۱۵	۱۲ء۵	۱ء۱۴	۰ء۸۰
۴	۱۵	۶ء۲۵	۱ء۱۴	۱ء۶۰
۵	۲۰	۲۵ء۰	۲ء۰۴	۰ء۴۰
۶	۳۰	۲۵ء۰	۴ء۶۰	۰ء۴۰

[1] Prof. Bach [2] Stuttgart

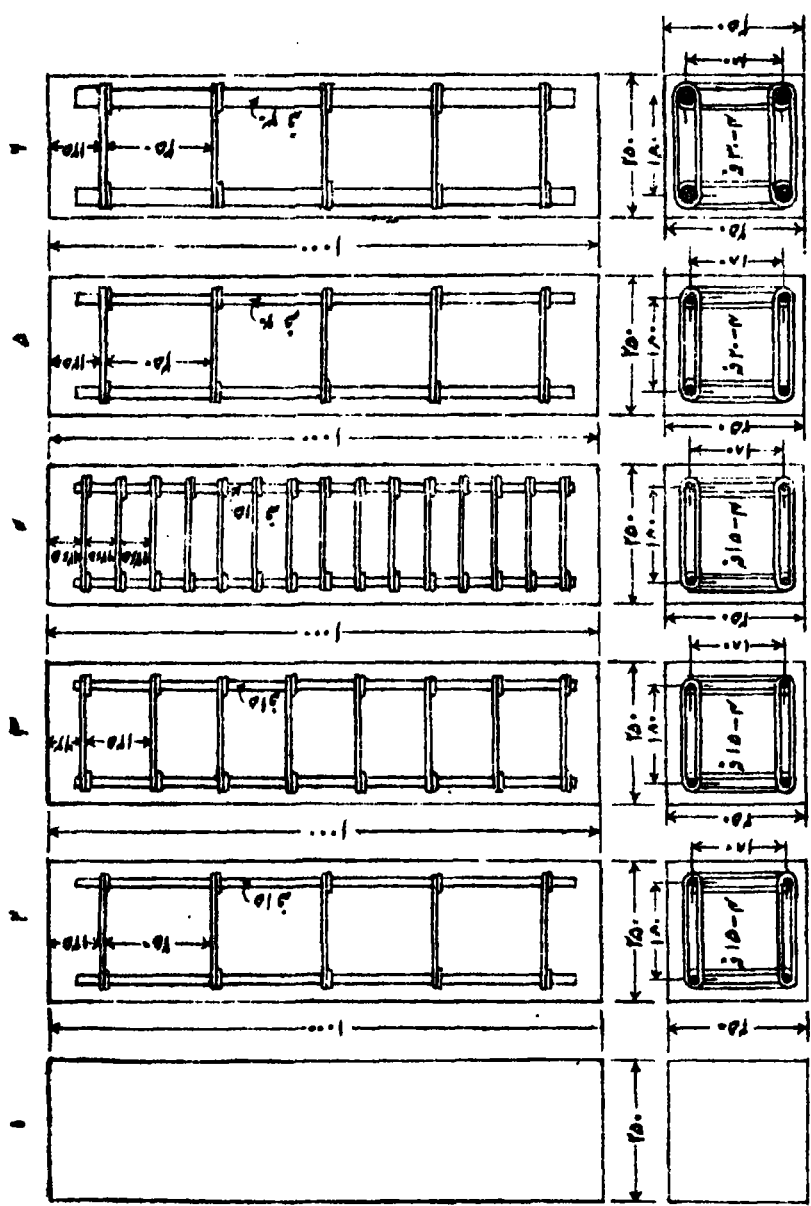
ان میں سمنٹ ۱ اور ریت اور بجری ۲ کے تناسب میں تھی اور اس کنکریٹ کے مکعبوں کی انتہائی مضبوطی ۱۷۶ کیلوگرام فی مربع سمر = ۲۵۱۰ پونڈ فی مربع انچ پائی گئی۔ نمونے امتحان کے وقت ۳ مہینے کے تھے۔ آر۔ آئی۔ بی۔ اے ۱۹۰۶ء کے اس قاعدے سے کہ بے خطر عملی بوجھ:۔

د = ۵۰۰ (ا + ۱۴ ا ل) انگریزی اکائیوں میں

اور د = ۳۵٫۲ (ا + ۱۴ ا ل) میتری اکائیوں میں

بے خطر عملی بوجھ کے لیے جدول ۶ حاصل ہوتی ہے جس کا مقابلہ شکستنی بوجھوں سے کرنے سے قدر سلامتی معلوم ہوگی۔

جدول ۶

نمونہ	۱۴ ا ل	۲ + ۱۴ ا ل	د آر۔ آئی۔ بی۔ اے	د / ا	انتہائی زور	موثر قدر سلامتی
	مربع سمر	مربع سمر	کیلوگرام	کیلوگرام فی مربع سمر	کیلوگرام فی مربع سمر	
۱	-	۶۲۵	۲۱۹۱۰	۳۵٫۲	۱۴۲	۴٫۰
۲	۹۹	۷۲۴	۲۵۵۰۰	۴۰٫۶	۱۶۸	۴٫۱
۳	۹۹	۷۲۴	۲۵۵۰۰	۴۰٫۹	۱۷۷	۴٫۳
۴	۹۹	۷۲۴	۲۵۵۰۰	۴۰٫۹	۲۰۵	۵٫۰
۵	۱۶۶	۸۰۱	۳۶۱۰۰	۴۵٫۰	۱۷۰	۳٫۸
۶	۳۹۵	۱۰۲۰	۳۵۸۰۰	۵۷٫۳	۱۹۰	۳٫۳

شکل نمبر ۴۰ - ستون پر باخ (Bach) کے امتحانات

نمونہ ۲، ۵، ۶ کا مقابلہ کرو جن میں بندھنوں کا باہمی فصل مستقل ہے تو نظر آئیگا کہ انحکام کا فیصد زیادہ کرنے سے قدر سلامتی سرعت کے ساتھ گھٹتی ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ آر۔ آئی۔ بی اے کے سنہ ۱۹۰۷ء کے ضابطے میں طولی سلاخوں کو ضرورت سے زیادہ اہمیت دی گئی ہے۔

اس کے برخلاف نمونہ ۲، ۳، ۴ کا مقابلہ کرو جن میں سلاخوں کی جسامت مستقل ہے تو نظر آئیگا کہ بندھنوں کا باہمی فصل کم کرنے سے قدرِ سلامتی زیادہ ہوتی ہے۔ یہ بات بھی مذکورہ ضابطے میں نظر انداز کردی گئی ہے۔

اب اگر ہم فرانسیسی ضابطے سے بے خطر عملی بوجھوں کا حساب لگائیں اور ان کا مقابلہ شکستی بوجھوں سے کریں تو جدول ۷ حاصل ہوتی ہے۔ ج کی قیمت ۵۰ کیلوگرام فی مربع سمر لی گئی ہے۔

جدول ۷ کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ قدرِ سلامتی تقریباً مستقل ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ ضابطہ صحیح قسم کا ہے اور یہ کہ م اور مَ کو صحیح قیمتیں دی گئی ہیں۔

قدرِ سلامتی کی قیمت کی طرف خاص طور پر توجہ دلائی جاتی ہے۔ اگرچہ ج = ۵۰ کیلوگرام فی مربع سمر اس قیمت سے کم ہے جو قواعد جائز رکھتے ہیں لیکن معلوم ہوگا کہ اگرچہ مستعملہ عملی زور بڑے ہیں لیکن ان سے جو قدرِ سلامتی حاصل ہوتی ہے وہ شہتیروں سے کسی طرح کم نہیں۔

جدول ۷

فرانسیسی قواعد کا اطلاق باخ کے امتحانات پر

نمونہ	م	م × ا ل	ا + م ا ل	کڑیوں کا باہمی فصل	مَ	ح َ/ح	ج [ا + مَ ح َ/ح]	محدود بے خطر بوجھ	شکستی بوجھ	موثر قدر سلامتی
		سمر۲	سمر۲	سمر			کیلو فی سمر۲	کیلو	کیلو	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱٫۰۰۴۰۱	۵۰	۳۱۲۵۰	۸۸۸۰۰	۲٫۸
۲	۱۰	۷۱	۶۹۷	۲۵	۸	۱٫۰۰۸۰۲	۵۱٫۶	۳۵۹۱۳	۱۰۵۰۰۰	۲٫۹
۳	۱۲	۸۵	۷۱۰	۱۲٫۵	۱۲	۱٫۰۱۲۰۴	۵۳٫۸	۳۸۹۰۸	۱۱۰۵۰۰	۲٫۸
۴	۱۵	۱۰۶	۷۳۱	۷٫۲۵	۱۵	۱٫۰۰۴۰۱	۶۲٫۰	۵۵۳۲۲	۱۲۸۰۰۰	۲٫۸
۵	۹	۱۱۳	۷۳۸	۲۵	۸	۱٫۰۰۴۰۱	۵۱٫۶	۴۸۰۸۰	۱۰۶۰۰۰	۲٫۸
۶	۸	۲۲۶	۸۵۱	۲۵	۸	—	۵۱٫۶	۴۳۹۱۱	۱۱۸۶۰۰	۲٫۷

یہ جو مشورہ دیا گیا ہے کہ مرغول بندی سے جو مضبوطی کا اضافہ ہوا ہو اس پورے
اضافے سے کام نہ لیا جائے یہ مشورہ کڑیوں کے ذریعے آڑی بندش کے لیے بھی
صحیح ہے بلکہ اس کے لیے ایک مزید وجہ یہ ہے کہ کنکریٹ اندازی کے دوران
میں کڑیوں کے سرک جانے کا بہت احتمال رہتا ہے۔ اس وجہ سے ہمارا خیال
ہے کہ عملی بوجھوں کا حساب کرتے وقت قدرِ م کی قیمت کم لی جانی چاہیے۔ یہ بھی بتا دینا
ضروری ہے کہ یہ جو امتحانات کیے گئے ہیں یہ بالکل مرکزی بوجھ کے تحت کیے گئے
ہیں۔ اگر راست بوجھ کے ساتھ کچھ خماؤ بھی شامل ہو جیسا کہ تعمیروں میں اکثر ہوتا ہے
تو اس خماؤ کی رعایت رکھنی پڑیگی ورنہ قدر سلامتی بہت گھٹ جائیگی۔

خارج المرکز لداؤ

ــــــــ ستون پر معیار یا خروج المرکز سے بحث

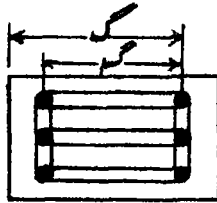
باب ، میں کی گئی ہے۔
معلوم ہوتا ہے کہ خارج المرکز بوجھوں کے تحت محکم کنکریٹ کے ستونوں کی مزاحمت
پر کوئی تجربات نہیں کیے گئے ہیں۔ اِس طرح ہم کو صرف نظریے پر حصر کرنا ہوگا۔
باب ۳ میں دکھایا گیا ہے کہ کسی رُکن میں خماؤ اور فشار ملے ہوئے ہوں تو
اس کو کس طرح تجویز کرینگے۔ اس باب کی مدد سے حسابات میں آسانی ہو جاتی ہے۔
تجویز کرتے وقت تشاکل احکام مناسب ہے۔ اس کی وجہ ظاہر نہیں خاص کر
اُن صورتوں میں جن میں ستون کا ایک رُخ تناؤ میں ہو۔ لیکن یہ یاد رہنا چاہیے کہ خماؤ
کا معیار عام طور پر فرش کے شہتیر کے ذرا ہی نیچے ایک اعظم قیمت ایک سمت میں رکھتا
ہے اور ذرا ہی اوپر ایک اعظم قیمت اس کی مخالف سمت میں اور اس طرح فرش کی
سطح کے نیچے جو رُخ تناؤ کا تھا وہ اِس سطح کے اوپر فشار کا رُخ ہو جائیگا اور
اس کے برعکس۔
اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر سلاخوں کے زور کو اتنے چھوٹے سے فاصلے میں
اعظم فشار سے اعظم تناؤ میں تبدیل ہو جانا ہے تو بھاری بندشی زور پیدا ہوگا۔ اس
کا علاج یہ ہو سکتا ہے کہ شہتیروں اور ستونوں کے درمیان کافی پہلو بنائے جائیں
اور اس طرح وہ فاصلہ بڑھ جائے جس کے اندر زور کی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ اس طرح

پہلو ہمیشہ مناسب ہیں، خاص کر باہر کی طرف کے ستونوں میں جن میں لداؤ کا خروج المرکز سب ستونوں سے زیادہ ہوتا ہے۔

پہلو اندرونی ستونوں میں بھی کارآمد ہوتے ہیں لیکن اس کی وجہ دوسری ہے اور وہ یہ ہے کہ شہتیروں کے منفی معیار کی کافی مزاحمت ہو سکے۔

عام طور پر اس میں کفایت ہوتی ہے کہ باہر کے ستونوں میں بڑی سنگین تراش رکھنے کی بجائے فولاد کا زیادہ فیصد استعمال کیا جائے۔ اس کی وجہ معلوم کرنی ہو تو شہتیر سے ستون کے اندر پیدا ہونے والے خماؤ کا معیار معلوم کرو۔ معلوم ہوگا کہ ستون جتنا زیادہ سنگین ہو یہ معیار زیادہ ہوگا بلکہ بعض اوقات تو ستون کے معیار جمود کے تناسب ہوگا۔

جانبی بندش خماؤ کے تحت جائز زور کو بڑھانے میں کس حد تک کارآمد ہے اس کے متعلق یہ بات قابل لحاظ ہے کہ کنکریٹ کے جس حصے پر زور سب میں زیادہ ہے وہ کڑیوں کے باہر ہے (شکل ۶۱)۔ ان صورتوں میں مناسب نہیں کہ زور کو کنکریٹ کے معمولی بے خطر زور مثلاً ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے بڑھایا جائے۔

البتہ یہ کر سکتے ہیں کہ کڑیوں کے باہر کے کنکریٹ کو نظر انداز کردیں اور ستون کی موثر گہرائی گ کی بجائے گ، لیں۔ ایسا کریں تو اب کڑیوں سے مضبوطی میں تھوڑا اضافہ فرض کر سکتے ہیں۔ اور چونکہ ہمارے پاس صحیح حساب کے لیے مواد موجود نہیں اس لیے خارج المرکز لداؤ کی صورت میں بھی کڑیوں کو وہی وقعت دی جا سکتی ہے جو مرکزی بوجھ کے تحت دی گئی ہے۔

شکل ۶۱

(ب) لمبے ستون

مرکزی لداؤ ــــــ معلوم ہوتا ہے کہ محکم کنکریٹ کے لمبے ستونوں کے متعلق کوئی تجرباتی شہادت موجود نہیں۔

لیکن ہم آئیلر (Euler) کا ضابطہ لے سکتے ہیں:

$$ق = \frac{\pi^2 \, ج_ر}{س \, خ^2}$$

جہاں خ خیالی لمبائی کی قدر ہے جس کی حسب ذیل قیمتیں ہیں:—

صورت ۱۔ دونوں سروں پر کیل جوڑ ہوں یا دونوں سرے سمت کے لحاظ سے ثابت لیکن جانبی طور پر سہارے ہوئے نہ ہوں:—

$$خ = ل\sqrt{\frac{ا_ع}{ج_ع}} = \frac{ل}{ر}$$

جہاں ر = چھوٹے سے چھوٹا گردشی نصف قطر

صورت ۲۔ دونوں سرے سمت اور محل میں ثابت:—

$$خ = \frac{ل}{۲}\sqrt{\frac{ا_ع}{ج_ع}} = \frac{۱}{۲}\,\frac{ل}{ر}$$

صورت ۳۔ ایک سرا سمت اور محل میں ثابت، دوسرا آزاد (یعنی جانبی سہارا ہوا نہیں):—

$$خ = ۲ل\sqrt{\frac{ا_ع}{ج_ع}} = ۲\,\frac{ل}{ر}$$

صورت ۴۔ دونوں سرے محل میں ثابت، ایک سوئی جوڑ کا، دوسرا سمت میں ثابت

خ = ۲/۳ ل | ج/اع = ۲/۳ ل/ر

اور ضابطے میں س سے مراد قدر سلامتی ہے جس کے لیے خمیاؤ کے مقابلے میں ایک بڑھی ہوئی قیمت لی جاتی ہے کیونکہ ذرا سے خروج المرکز یا ستون کے ذرا سے ٹیڑھے پن سے خمیاؤ کا میلان خاصا بڑھ جاتا ہے۔ س کی قیمت ۴ لینا بہت عام ہے۔

اع معادل تراشش کا رقبہ ہے یعنی

اع = ا + (م-۱) ال ر = تراشش کا گردشی نصف قطر

جع = معادل تراش کا کم سے کم معیار جمود۔ مستطیلی تراشوں کے لیے اس کی قیمت آگے چل کر دی گئی ہے۔

ج ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ ہو یا چھوٹے ستونوں میں کوئی بھی زور لیا گیا ہو تو آئیلر (Euler) کا ضابطہ نہیں استعمال کرنا چاہیے۔

آر۔ آئی۔ بی۔ اے رپورٹ کی سفارش ہے کہ ایسے ستونوں میں جن کا طول قطر کے ۱۸ گنے سے زیادہ ہو اور جو دونوں سروں پر سمت میں ثابت ہوں بے خطر زور ج/(۱+ک) لینا چاہیے۔ ک کی قیمتیں ل/ق اور ن کی مختلف قیمتوں کے لیے ذیل کی جدول میں دی گئی ہیں جہاں

ل = ستون کا طول

ق = ستون کا چھوٹے سے چھوٹا قطر

اور ن = جع/(اع ق^۲) = (ر/ق)^۲

ک کی قیمتیں

ل/ق	ن = ۰٫۹۰	ن = ۰٫۷۵	ن = ۰٫۶۴۶
۲۰	۰٫۱۳	۰٫۱۶	۰٫۱۹
۲۵	۰٫۲۰	۰٫۲۶	۰٫۳۰
۳۰	۰٫۲۹	۰٫۳۸	۰٫۴۴

اگر ستون صرف ایک سرے پر سمت میں ثابت ہو تو بے خطر زور $\frac{\text{ج}}{\text{۱ + ۲ک}}$ ہوگا۔ اور اگر سمت میں کسی بھی سرے پر ثابت نہ ہو تو بے خطر زور $\frac{\text{ج}}{\text{۱ + ۴ک}}$ ہوگا۔

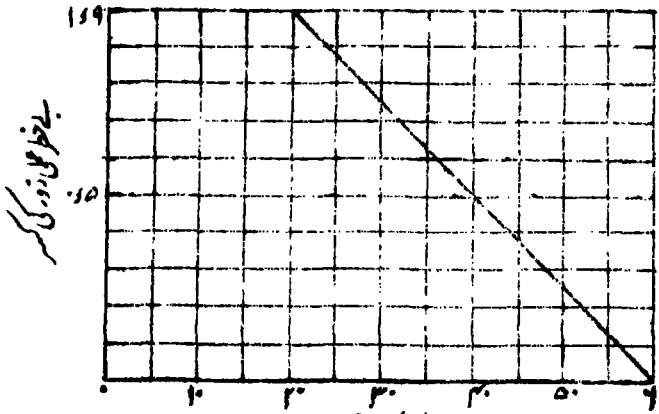
ہماری رائے میں نہ آئیلر کا ضابطہ اور نہ گارڈن (Gordon) کا ضابطہ جو آر۔ آئی۔ بی۔ اے رپورٹ کی بنیاد ہے کافی صحت رکھتے ہیں۔

نظری صحت کے متعلق یہ دیکھو کہ ستون کو ابتدا میں سیدھا اور مرکزالداہوا فرض کیا گیا ہے حالانکہ دراصل ایسا نہیں ہوتا اور ل/ق زیادہ ہو تو خفیف سا خفیف خروج المرکز بھی بے خطر بوجھ کو بالکل بدل دیتا ہے۔

تجربی صحت کے متعلق یہ خیال کرو کہ کنکریٹ کے ستونوں کے خمیاؤ کے متعلق تو کوئی امتحان کیے نہیں گئے اور فولادی ستونوں پر جو امتحان کیے گئے ہیں اُن کے نتائج بھی بہت مختلف ہیں یہاں تک کہ اُن صورتوں میں بھی کہ خروج المرکز کو کم سے کم رکھا گیا۔ اور چونکہ عمل میں خروج المرکز اس احتیاط سے چھوٹا کیے ہوئے خروج المرکز کا کچھ نہیں تو سو گنا تو ہوتا ہے اس لیے ان امتحانوں سے کچھ پتہ نہیں چل سکتا کہ عملی طور پر بے خطر کیا ہے۔ کوئبک (Quebec) کے پُل کے حادثے کے متعلق جو کمیشن مقرر ہوا تھا اس نے ایک بڑا نتیجہ یہ اخذ کیا کہ لمبے فشاری ارکان کی تجویز کے لیے ہمارے پاس کافی مواد موجود نہیں۔

عملی طور پر محکم کنکریٹ کی تجویز میں لمبے بے رباط ستونوں کے استعمال کی بہت کم ضرورت ہوتی ہے۔ اور ہماری رائے ہے کہ مزید تجربی علم میسر ہونے تک ان

ستونوں میں جن میں $\frac{ل}{ق} > ۲۰$ خمیاؤ کا نظر انداز کردیا جائے اور $\frac{ل}{ق}$ اس سے زیادہ ہو تو عملی زور کی حسب ذیل کسریں اختیار کی جائیں۔

شکل ۱۶۱

لمبے ستونوں کے لیے عملی زور

خارج المرکز لداؤ ۔۔۔ خارج المرکز طور پر لدے ہوئے لمبے ستونوں کو صرف ایک فرق کے ساتھ چھوٹے ستون سمجھا جاسکتا ہے اور وہ فرق یہ ہے کہ کنکریٹ کے بے خطر زور کے حساب میں خمیاؤ کا لحاظ رکھنا پڑیگا۔

اس طرح معلوم ہوگا کہ لمبے ستون کی عملی تجویز ایک "آزمایش اور تصحیح" کا عمل ہے کیونکہ بے خطر زور اُس وقت تک نہیں معلوم ہوسکتا کہ تراش اور $\frac{ل}{ق}$ نہ معلوم ہوں اور $\frac{ل}{ق}$ نہیں معلوم ہوسکتا جب تک کہ بے خطر زور نہ معلوم ہو۔ اس لیے اکثر اس میں آسانی ہوتی ہے کہ ایک تراش قیاس سے اختیار کرلی جائے اور اس تراش میں بوجھ اور معیار سے پیدا شدہ زور معلوم کیا جائے۔ پھر دیکھو کہ خمیاؤ کے

نقطۂ نظر سے تراش اور زور کا یہ اجتماع کیسا ہے۔ زیادہ مشق اور تجربے کے بعد ایک موزوں تراش تھوڑی سی دیر میں اور خاصی صحت کے ساتھ حاصل ہو جاتی ہے۔

ستونوں کے اندر جوڑ

ستونوں کے اندر سلاخوں کو اس طرح جوڑا جا سکتا ہے کہ جوڑ الحاقی رکھا جائے اور الحاق کے اوپر گیس نلی کا ایک ٹکڑا چڑھا دیا جائے تاکہ جوڑ سرک نہ جائے اس طرح کا جوڑ فشار میں اچھا ہے لیکن ظاہر ہے کہ اس میں استدادی مضبوطی کچھ نہیں۔ اگر اس کی ضرورت ہو تو ایک جوڑ سلاخ کا اضافہ کر دیا جائے جو جوڑ کے دونوں طرف اتنی دور تک رہے کہ مطلوبہ چپک حاصل ہو۔ چپک کے حساب میں گیس نلی کے اندر سلاخوں کا طول نظر انداز کرنا چاہیے۔

ایک تبادل طریقہ یہ ہوگا کہ ایک طبقے کی سلاخوں کو دوسرے طبقے کی سلاخوں سے جوڑا جائے۔ اس طرح کے جوڑ کی تجویز میں بڑی احتیاط کرنی چاہیے کیونکہ ایک سلاخ سے دوسری سلاخ کو بوجھ منتقل ہوتے ہیں کنکریٹ پر زور پڑتا ہے اور یہ زور کنکریٹ کے عملی زور کے علاوہ ہوگا۔ جب کبھی اس طرح کا جوڑ اختیار کیا جائے مناسب ہے کہ عرضی بندش، مثلاً کڑیوں وغیرہ، کا اضافہ کر دیا جائے۔

ستون کی سلاخوں کے نچلے حصے کی تجویز میں بھی احتیاط ضروری ہے۔ اگر یہ غیر معمولی طور پر گہرا ہو تو دوسری بات ہے ورنہ عام طور پر سلاخوں کا اس کے اندر نکلا ہوا حصہ اتنا نہیں ہوگا کہ سلاخ کے اندر زور بے خطر بندشی زور سے زبر جائے ایسی صورتوں میں ستون کے نچلے سرے پر سلاخوں کی راست بوجھ کی مزاحمت محسوبہ مزاحمت سے کم ہوگی اور کنکریٹ متناسباً بیش زور ہو جائیگا۔

سلاخ کو اس قابل بنانے کی کہ اپنا زور پایے پر منتقل کر سکے ایک عمدہ تدبیر یہ ہے کہ اس کے نچلے سرے کو ایک فولادی تختہ پر ٹکایا جائے۔

یہ تختی پایے کے نچلے رُخ کے بہت قریب نہ ہو ورنہ پورا اثر کرنے سے پہلے یہ تختی جسماً نیچے اُتر جائیگی۔ یہ بھی غلطی ہے کہ پایوں کے ابعاد کو بہت کم کردیا جائے۔

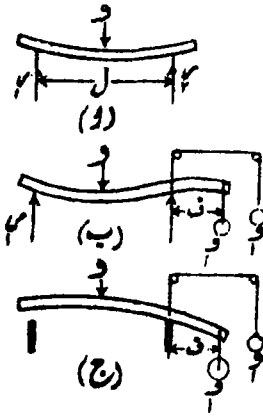
باب ششم

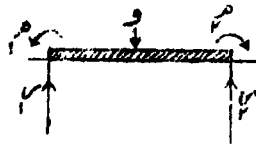
ستونوں پر راست بوجھ کی تعیین

فولادی ڈھانچے کی تجویز میں شہتیر کے سروں پر کوئی روک نہیں ہوتی۔ اس طرح یکساں لدے ہوئے شہتیر کے دونوں سروں پر ردِ عمل مجموعی بوجھ کے نصف کے مساوی ہونگے اور ستونوں پر بوجھ معلوم کرنے میں کوئی دِقت نہیں ہوگی۔

لیکن اگر جوڑ جزدی طور پر ثابت ہوں تو یہ صحیح نہیں ہوگا۔

شکل ۶۲ (ا) کے شہتیر پر غور کرو۔ ردِ عمل دونوں سروں پر $\frac{و}{۲}$ ہے۔

اب اگر ایک سرے پر ایک معکوس معیار لگایا جائے

شکل ۶۲
شہتیروں کا ردِ عمل مختلف حالات میں

جو خارجی طور پر ہو سکتا ہے (شکل ۶۲ ب) تو ردِ عمل س۱ کم اور س۲ زیادہ ہو جائیگا۔
اگر معکوس معیار (د۱ × ف) کو کافی بڑا کر دیا جائے تو شہتیر ایک سہارے پر سے بالکل اٹھ جائیگا (شکل ۶۲ ج)۔ س۱ صفر ہوگا اور س۲ = د۱ ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ شہتیر کے ردِ عمل سروں کے معکوس معیاروں اور بوجھ کی مقدار اور محل پر منحصر ہوتے ہیں۔
شکل ۶۳ والی عام صورت کہ جس میں ایک شہتیر و فی اکائی طول کے

شکل ۶۳
لدے ہوئے شہتیر کی عام صورت

یکساں بوجھ سے لدا ہوا ہے اور سروں پر معکوس معیار م۱ اور م۲ عمل کرتے ہیں ردِ عمل اِس صورت میں حسبِ ذیل ہونگے :-
س۲ کے گرد معیار لو اور اِس کا خیال رکھو کہ سہاروں پر لگائے ہوئے معکوس معیار منفی ہیں۔ تب

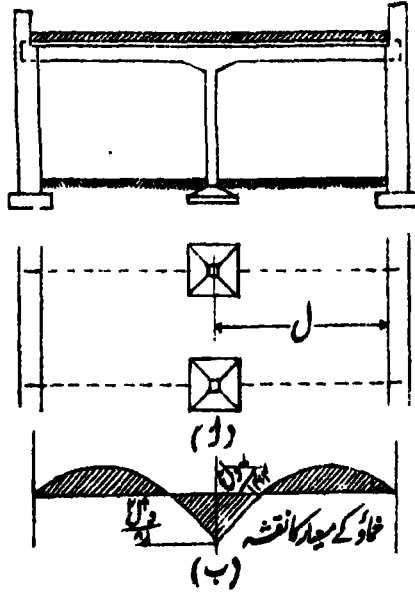
$$\text{س}_1 \times \text{ل} - \text{م}_2 = -\text{م}_1 + \frac{\text{و}\,\text{ل}^2}{2}$$

یا $$\text{س}_1 = \frac{\text{و}\,\text{ل}}{2} - \frac{\text{م}_1 - \text{م}_2}{\text{ل}} \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

اسی طرح $$\text{س}_2 = \frac{\text{و}\,\text{ل}}{2} - \frac{\text{م}_2 - \text{م}_1}{\text{ل}} \qquad \ldots\ldots\ldots (2)$$

یا ردِ عمل صرف اِس فصل کے بوجھوں کی وجہ سے ہیں۔

صورت ا۔ دو فصل

شکل ۶۴ء ا کے انتظام پر غور کرو جس کو کارخانوں میں اکثر اختیار کیا جاتا ہے

شکل ۶۴

مسلسل شہتیر؛ دونوں سرے آزادانہ سہارے ہوئے

ستونوں کی ایک وسطی قطار ہوتی ہے جس پر شہتیر مسلسل ہوتے ہیں اور شہتیروں کے سرے اینٹ کی دیواروں پر رکھے جاتے ہیں۔

بوجھ یکساں ہو اور شہتیر کا معیارِ جمود مستقل تو خماؤ کے معیار کا نقشہ شکل ۶۴ء ب کے مطابق ہوگا۔

شہتیر کے بائیں نصف پر غور کرو اور مساوات (ا) میں یہ اندراجات کرو۔

$$م_{۱} = ۰$$

اور $$م_{۲} = - \frac{ول^{۲}}{۸}$$

تو $$ر_{۱} = \frac{ول}{۲} - \frac{ول}{۸} = \frac{۳ول}{۸}$$

اسی طرح $$ر_{۲} = \frac{۵ول}{۸}$$

ستون کے اوپر مجموعی بوجھ $= \frac{۵}{۴}$ ول

اگر شہتیر کے معیاروں کو نظر انداز کیا جاتا تو بوجھ ول حاصل ہوتا جس سے حقیقی بوجھ ۲۵ فیصدی زیادہ ہے اور ظاہر ہے کہ اس فرق کو نظر انداز نہیں کیا جاسکتا۔ موجودہ صورت میں بوجھ دونوں فصلوں پر یکساں منقسم فرض کیا گیا ہے۔ ظاہر ہے کہ تشاکل کی وجہ سے شہتیر انصراف کے بعد بھی ستون پر افقی رہیگا اور اس طرح اس بوجھ کا کوئی خروج المرکز نہ ہوگا۔

لیکن اس صورت پر بھی غور کرنا چاہیے جس میں شہتیر کا ایک خانہ لدا ہوا اور دوسرا خالی ہے۔ اس صورت میں ستون پر بوجھ اوپر معلوم کی ہوئی قیمت سے کم ہوگا لیکن خارج المرکز ہوگا کیونکہ لدے ہوئے خانے کا انصراف خالی خانے کے انصراف سے زیادہ ہوگا۔ اس کی بحث آگے آئیگی (صفحہ ۱۵۶)۔

صورت ۲- تین فصل

اب شکل ۶۵ ا کے انتظام پر غور کرو۔ معیار جمود سارے طول میں مستقل ہو تو خمائز کے معیار کا نقشہ شکل ۶۵ ب کے مطابق ہوگا جب کہ سب خانے لدے ہوئے ہوں۔ ستون صلب ہوں تو اس منحنی میں کسی قدر تغیر ہوجائیگا۔

چونکہ $$م_{۱} = ۰$$

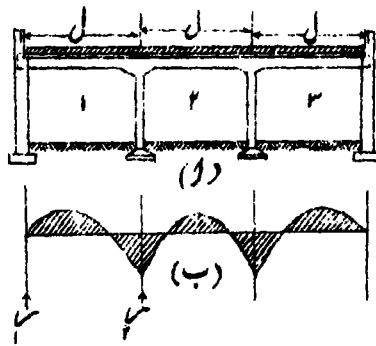
اور $$م_{۲} = - \frac{ول^{۲}}{۱۰}$$

∴ $ر_۱ = \frac{و ل}{۲} - \frac{و ل}{۱۰} = ۴ء۰ و ل$

$ر_۱ = ۶ء۰ و ل$

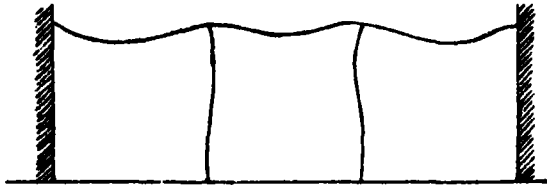
اور نشا کل سے وسطی خانے کا ردّ عمل ستون کے اوپر $= \frac{و ل}{۲}$

∴ ستون پر مجموعی بوجھ = ۱ء۱ و ل

شہتیر کے معیاروں کا لحاظ نہ کیا جاتا تو جو بوجھ حاصل ہوتا اس سے یہ ۱۰ فیصدی زیادہ ہے۔

شکل ۶۵ ا، ب۔ تین فصل مساوی طور پر لدے ہوئے

اس صورت میں اگرچہ سب خانے مساوی طور پر لدے ہوئے ہیں لیکن ستونوں پر بوجھ مرکزی نہیں ہوگا کیونکہ سرے کے خانوں میں انصراف وسطی خانے سے زیادہ ہوگا۔ منصرفہ تعمیر شکل ۶۵ (ج) کے مطابق ہوگی۔

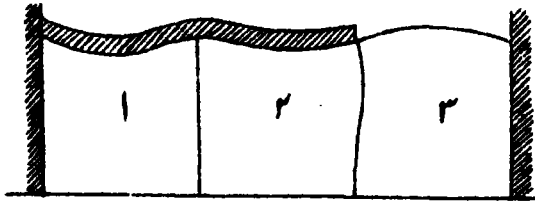
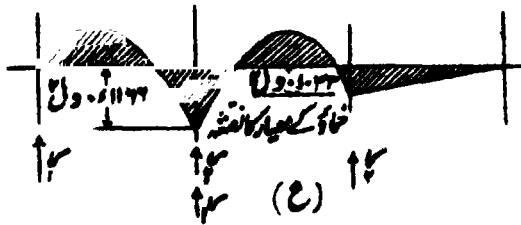
خروج المرکز کی قیمت شہتیروں اور ستونوں کے اضافی طولوں اور صلابتوں پر منحصر ہوگی اور اس کی بحث آگے آئیگی (صفحہ ۱۵۵)۔ یہاں یہ بتا دیا جاتا ہے کہ ستون پر بوجھ کی جو قیمت ۱ء۱ و ل حاصل ہوتی ہے یہ بڑی سے بڑی

قیمت نہیں جو ستون کے اوپر آسکتی ہے۔

(ج)

شکل ۶۵ ج۔ بوجھ کے تحت شہتیروں اور ستونوں کا مسخ

مثلاً شکل ۶۵ د پر غور کرو جس میں خانہ ۱ ، ۲ پورے لدے ہوئے ہیں اور خانہ ۳ خالی ہے۔ خماؤ کے معیار کا نقشہ شکل ۶۵ ع کے مطابق ہوگا۔ بائیں ستون کے اوپر معکوس معیار ۱۱۷ء و ل۲ اور دائیں ستون کے اوپر ۰۳۳ء و ل۲ ہوگا۔

(د)

(ع)

شکل ۶۵ د ، ع۔ تین خانے ، ایک خالی

بائیں خانے پر غور کرو تو ——

$\text{م}_{1} = 0$

$\text{م}_{2} = -0.117\,\text{ول}^{2}$

$\therefore\ \text{ش} = \frac{\text{ول}}{2} + 0.117\,\text{ول} = 0.617\,\text{ول}$

وسطی خانے پر غور کرو تو ——

$\text{م}_{1} = 0.117\,\text{ول}^{2}$

$\text{م}_{2} = 0.033\,\text{ول}^{2}$

$\therefore\ \text{ش} = \frac{\text{ول}}{2} + 0.083\,\text{ول} = 0.583\,\text{ول}$

اس طرح ستون کے اوپر بوجھ = ۱٫۲ ول

یہ اُس بوجھ سے ۲۰ فیصدی زیادہ ہے جو معیاروں کے بغیر حاصل ہوتا۔ اِس شہتیر کے جو معیار دیے گئے ہیں اُن میں ستونوں کی صلابت کا لحاظ نہیں کیا جاتا۔ اور یہ دستور کے مطابق ہے کیونکہ دستور یہ ہے کہ ستونوں کو محض چولیں سمجھا جاتا ہے۔

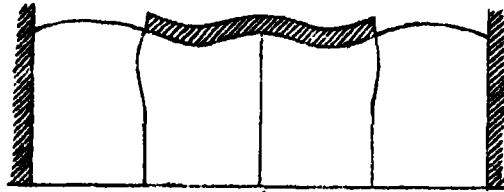
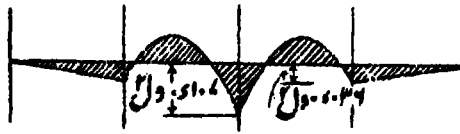
عام حالات کے تحت عموماً ایسا نہیں ہوتا کہ دو خانے لدے ہوئے اور تیسرا بالکل خالی ہو (جیسا کہ شکل عـ۶۵ د میں ہے) کیونکہ اس تیسرے خانے پر کم از کم تعمیر یعنی شہتیر وغیرہ کا مُردہ بوجھ تو ہوگا۔

اِس طرح ستون کے اوپر اعظم بوجھ عملی طور پر ۱ ول سے ۱٫۲ ول تک ہوگا اور ان کے درمیان اس کی قیمت مردہ بوجھ اور مجموعی بوجھ کی نسبت پر منحصر ہوگی۔

صورت ۳ - چار یا زیادہ فصل

اب بہت سی صورتوں پر غور کرنے کی ضرورت نہیں کیونکہ بدترین

صورت جو ممکن ہے وہ حاصل شدہ صورت سے کچھ زیادہ مختلف نہیں۔ اور دیوار کے قریب ترین ستون پر مجموعی بوجھ ۱ء۱ و ل اور ۲ء۱ و ل کے درمیان لیا جاسکتا ہے۔ یہ انتہائی قیمتیں اُس وقت ہونگی جب کہ نسبت $\frac{\text{مردہ بوجھ}}{\text{مجموعی بوجھ}}$ = ۱ یا صفر جیسا کہ صورت ۲ کے تحت بیان ہوا ہے۔

اندرونی ستونوں کے لیے چار یا زیادہ فصلوں کی صورت میں صورت حال اتنی بُری نہیں۔

شکل ۶۶ ۔ چار فصل

چار فصلوں کے شہتیر پر غور کرو تو وسطی ستون کی بدترین صورت وہ ہوگی کہ صرف وسطی دو خانے لدے ہوئے ہوں اور باہر کے دو خالی ہوں (شکل ۶۶ ا)۔ معمولی مفروضوں کے تحت، جو بیان ہو چکے ہیں، خماؤ کے معیار شکل ۶۶ ب کے مطابق ہونگے۔ حسب معمول عمل کرنے سے حاصل ہوگا کہ

وسطی ستون پر بوجھ = ۱۴۳ء۱ و ل

اور تشاکل سے یہ بوجھ مرکزی ہوگا۔

ہم اس کو سمجھ سکتے ہیں کہ یہ زیادہ سے زیادہ بوجھ ہے جو چار یا زیادہ فصلوں کے شہتیر سے کسی اندرونی ستون پر پڑ سکتا ہے جب کہ شہتیر دیوار میں

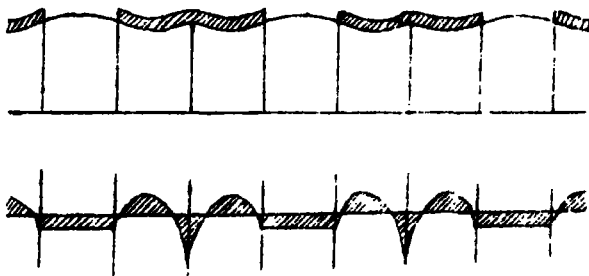
لدے ہوئے نہ ہوں اور ستونوں کی صلابت ایسی نہ ہو کہ شہتیر پر خماؤ کے معیار کی تقسیم پر اس سے اثر پڑے۔

حسب سابق یہ زیادہ سے زیادہ بوجھ والی صورت اسی صورت میں ممکن ہے کہ کسی خانے کو بالکل خالی رکھنا ممکن ہو یعنی جب کہ تعمیر کا اپنا مردہ بوجھ مجموعی بوجھ کے مقابلہ میں صفر ہو۔ عملاً زیادہ سے زیادہ بوجھ کا تغیر حسب ذیل عدد کے درمیان ہوگا:—

۱۴ء۱ و ل جب کہ $\frac{\text{مردہ بوجھ}}{\text{مجموعی بوجھ}}$ = صفر

اور ۱۰ء۱ و ل جب کہ $\frac{\text{مردہ بوجھ}}{\text{مجموعی بوجھ}}$ = ۱

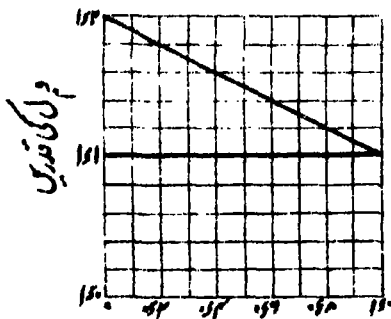
یہ قیمت ۱۰ء۱ و ل حقیقی قیمت نہیں بلکہ متغیر ہے اور فصلوں کی تعداد پر منحصر ہے لیکن فصلوں کی تعداد کچھ ہی ہو حقیقی قیمت ۱۰ء۱ و ل سے اتنی قریب ہوتی ہے کہ عملی تجویز میں دیواروں کے نزدیک کے ستونوں کو چھوڑ کر باقی سب ستونوں کا بوجھ جب کہ سب فصلے مساوی طور پر لدے ہوئے ہوں ۱۰ء۱ و ل لیا جا سکتا ہے۔

اس سے ایک کسی قدر بدتر صورت بھی ممکن ہے اور وہ یہ ہے کہ زیادہ خانوں کی صورت میں ایک خالی اور دو لدے ہوئے خانے متبادلاً واقع ہوں (شکل ۱۱۷)۔

شکل ۱۱۷۔ دو لدے ہوئے اور ایک خالی خانہ متبادل

ضمیمہ اول شق ۱۱ میں دکھایا گیا ہے کہ بہت سے فصلوں کی صورت میں اس طرح کے لداؤ سے اعظم ردِّ عمل

$$مما = \frac{ل}{۲} (۷ وم - وس)$$

ہوتا ہے۔ جہاں وم اور وس مجموعی اور ساکن لداؤ ہیں۔

اِس ضابطے سے حاصل ہونے والی قیمتیں اوپر دی ہوئی قیمتوں سے کچھ زیادہ ہو سکتی ہیں لیکن لداؤ کی اِس صورت کا احتمال اتنا کم ہے اور بوجھ کی زیادتی اس صورت میں ہمارے سیے ہوئے بوجھ سے اتنی کم ہے کہ اِس صورت کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔

شکل ۶۸ ـ تین یا زیادہ فصل، دیوار کے قریب کے ستونوں پر اعظم بوجھ

ذیل کی جدول میں اِن نتائج کا خلاصہ اور $\frac{مردہ بوجھ}{مجموعی بوجھ}$ کی مختلف قیمتوں کے لیے بوجھ کی قیمتیں دی گئی ہیں۔ جدول کے ساتھ شکل ۶۸ بھی دیکھو۔

ستونوں پر اعظم بوجھ

فصلوں کی تعداد	مردہ بوجھ / مجموعی بوجھ = وس / وم	دیوار کے قریب کا ستون	اندرونی ستون
دو	کوئی قیمت	۱٫۲۵ وم ل [۱]	-
تین یا زیادہ	صفر	۱٫۲ وم ل	۱٫۱۴ وم ل
"	۰٫۲۵	۱٫۱۷۵ وم ل	۱٫۱ وم ل
"	۰٫۵	۱٫۱۵ وم ل	۱٫۰۵ وم ل
"	۱	۱٫۱ وم ل	۱٫۰ وم ل

[۱] وم = مجموعی بوجھ = زندہ + مُردہ (ساکن) بوجھ

باب ہفتم

ستونوں پر خروج المرکز دریافت کرنا

(جلد دوم حصہ ۱۱ میں منحنی دیے گئے ہیں جن سے ستونوں کے معیار ایک نظر میں معلوم ہو جاتے ہیں)۔

۱۔ اندرونی ستون

متعدد منزلوں کی عمارت کی نچلی منزلوں کو چھوڑ کر اور کہیں شہتیر کے ڈھال پر جو لداؤ کی مختلف حالتوں کے تحت پیدا ہو اندرونی ستونوں کی صلابت کا اثر نہیں ہوتا۔ اس اثر کو نظر انداز کرنا حفاظت کے موافق ہی ہے۔ اور چونکہ اس کو نظر انداز کرنے سے بحث بہت آسان ہو جاتی ہے اس لیے ہم ایسا ہی کرینگے۔

آگے آنے والی بحث میں "ڈھال" کے لفظ کا استعمال کثرت سے ہوگا۔ اس لیے مناسب ہے کہ غلط فہمی سے بچانے کے لیے اس کی تعریف کر دی جائے۔

آزادانہ سہارا ہوا شہتیر لداؤ کے تحت منحرف ہوگا اور اس کے سرے اپنی ابتدائی وضع سے زاویہ بنائینگے۔ اس زاویے کا ماس "ڈھال" کہلاتا ہے۔

یہاں یہ بتا دینا مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ستون خارج المرکزی طور پر لدا ہوا ہو

تو اُس کی ایک جانب کا طول دوسری جانب سے زیادہ گھٹیگا۔ اور اس طرح مرکزی خط جو پہلے انتصابی تھا اب اُس کے اوپر کے سرے پر ایک ڈھال ہوگا۔

صورت ا۔ دو فصل (شکل ۶۴ ا)

دونوں فصل لدے ہوئے ہوں تو، تشاکل کی وجہ سے، ستون کے اوپر بوجھ مرکزی ہوگا۔

اب اس صورت پر غور کرو کہ ایک فصل لدا ہوا اور دوسرا خالی ہو (شکل ۶۴ ب) یا زیادہ عام یہ صورت کہ بائیں خانے پر یکساں بوجھ $و_م$ فی اکائی طول اور دائیں خانے پر یکساں بوجھ $و_ش$ فی اکائی طول ہے جہاں $و_م$ مجموعی بوجھ فی اکائی طول اور $و_ش$ مُردہ بوجھ فی اکائی طول ہے۔

ستونوں کی صلابت کو نظرانداز کیا جائے تو اس مسئلے کا حل بہت آسان ہے۔ یہ حل ضمیمہ ا شق ۶ میں دیا گیا ہے۔

ہم کو سردست جن مقداروں سے بحث ہے وہ ستون کا بوجھ اور ستون پر شہتیر کا ڈھال ہیں۔ یہ ڈھال ظاہر ہے کہ ستون کے اوپر کے سرے پر عائد ہوگا۔

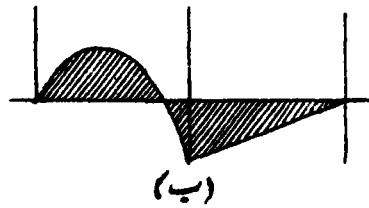
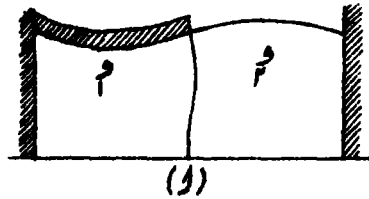
ضمیمہ ا شق ۶ کی رُو سے:۔

ستون پر بوجھ $ب_۱ = \frac{5}{8} و_م ل + \frac{5}{8} و_ش ل$ .... (ا ا)

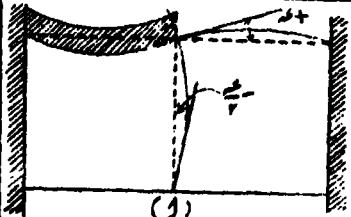
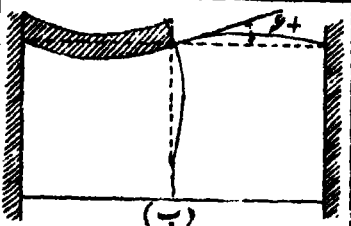
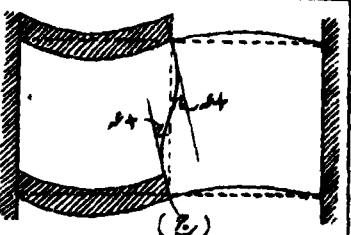
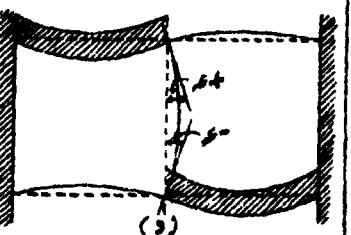
ستون پر شہتیر کا ڈھال $د = \frac{1}{ع\, ج} \left\{ \frac{و_م ل^3}{48} - \frac{و_ش ل^3}{48} \right\}$ ..... (ا ب)

شہتیر میں سہارے پر معیار $م = -\frac{(و_م + و_ش) ل^2}{16}$ .... (ا ج)

ستون کے اوپر جو انحنا عائد ہوگا وہ اس کے طول پر اور اس بات پر منحصر ہوگا کہ اس کا نچلا سرا سمت میں ثابت ہے یا نہیں۔ اگر ستون خاصی جسامت کے

پائے پر ٹکا ہو اور اُس کے ساتھ یک لخت ہو تو نچلے سرے کو سمت میں ثابت سمجھا جا سکتا ہے۔

شکل ۶۹۔(ا) اور (ب)۔ دو فصل، ایک لدا ہوا

ضمیمہ ا شق ا میں دکھایا گیا ہے کہ اگر ستون کے ایک سرے پر ایک خاص ڈھال عائد کیا جائے تو اُس ڈھال کو عاید کرنے کے لیے مطلوبہ خماؤ کا معیار یہ ہوگا

م = ک ن ع ء .... (۲)

جہاں ن = ستون کا معیار جمود / ستون کا طول

ع = لچک کا مقیاس

ء = عائد کیا ہوا ڈھال

ک = ایک مستقل جس کی قیمت ستون کے دوسرے سرے کی کیفیت پر منحصر ہوگی۔

ک کی قیمت	ستون کے پیندے پر جھکاؤ کا معیار	ستون کے بالائی سرے کا جھکاؤ کا معیار	جھکاؤ کے معیار کا نقشہ	تشکیل	ستون کا زیرین سرا
۳	صفر	۳ ع ن عہ		(ا)	آزاد
۴	+۲ ع ن عہ	-۴ ع ن عہ		(ب)	ثابت
۶	+۶ ع ن عہ	-۶ ع ن عہ		(ج)	ڈھال عاید کردہ = + عہ
۲	-۲ ع ن عہ	-۲ ع ن عہ		(د)	ڈھال عاید کردہ = - عہ

شکل ۵۴

شہتیروں کے مختلف لداؤں کے تحت ستونوں کے اندر جھکاؤ کا معیار

دوسرا سرا سمت میں آزاد ہو تو ک کی قیمت ۲ ہوگی اور سمت میں ثابت ہو تو ہم - اگر اس کا ڈھال اوپر کے سرے کی مقدار میں مساوی اور سمت میں موافق ہو تو ک = ۶ - اور مقدار میں مساوی اور سمت میں مخالف ہو تو ک = ۰ - یہ نتائج شکل ۷۱ میں دیے گئے ہیں جس میں ستون پر خماؤ کے معیار کے منحنی مختلف صورتوں کے تحت دکھائے گئے ہیں۔ ستون کے متعلق یہ نتائج عام ہیں اور فصلوں کی تعداد اور اداؤں کی کیفیت کچھ ہی ہو درست ہیں۔

ضوابط (ا ء) تا (ا ج) کی مدد سے ہر خاص صورت میں ستون پر بوجھ اور ڈھال معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

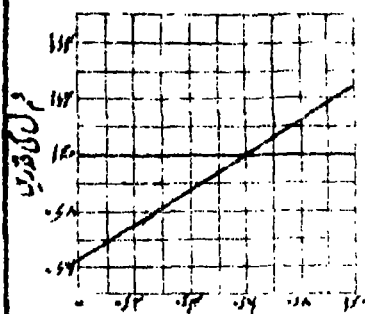
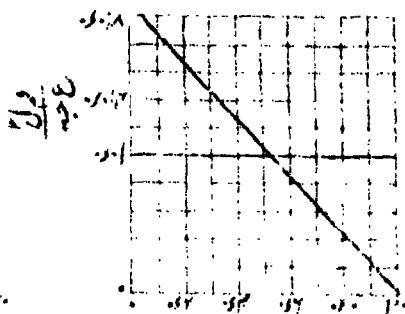
$\frac{قس}{قم}$ کی چار قیمتوں کے لیے نتائج حاصل کر کے جدول ا اور شکل ۷۱ ب میں دیے گئے ہیں۔

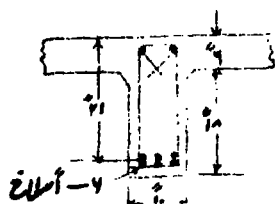
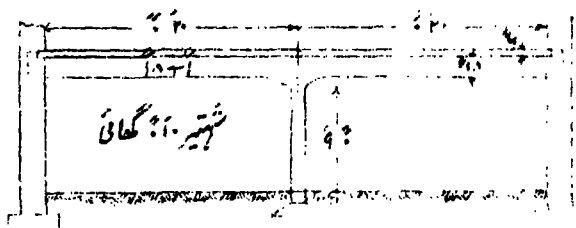
جدول ا

بوجھ اور ڈھال وسطی ستون پر ایک دو فصل کے شہتیر کے نیچے جس کے سرے آزاد ہیں اور فصلوں پر بوجھ نامساوی ہو۔ (ستون کی صلابت کو نظر انداز کیا گیا ہے)۔ ل اور جہ شہتیر سے متعلق ہیں۔

$\frac{قس}{قم}$	ستون پر بوجھ قم × ل کی کسر		ستون کا ڈھال = $\frac{قم ل^2}{ع جہ}$ کی کسر	
صفر	$\frac{5}{8}$	= ۰٫۶۲۵	$\frac{1}{48}$	= ۰٫۰۲۰۸۳
۰٫۲۵	$\frac{25}{32}$	= ۰٫۷۸۱۲۵	$\frac{1}{64}$	= ۰٫۰۱۵۶۲
۰٫۵	$\frac{15}{16}$	= ۰٫۹۳۷۵	$\frac{1}{96}$	= ۰٫۰۱۰۴۲
۱٫۰	$\frac{11}{8}$	= ۱٫۱۲۵	صفر	= صفر

یہ معلوم ہوگا کہ ایک خانہ لدا ہوا اور دوسرا خالی ہونے سے ستون پر زیادہ زور پڑتا ہے بہ نسبت دونوں خانے لدے ہونے کے۔ ایک مثال سے یہ ظاہر ہو جائیگا:—

مثلاً شکل ۷۲ میں دکھائی ہوئی صورت پر غور کرو۔

شکل ۷۱ (ا) ۱۰ (ب) — دو غیر مساوی طور پر لدے ہوئے فصلوں کے شہتیر کے نیچے کے ستون کے بوجھ اور ڈھال

شکل ۷۲ مثال

شہتیر پر بوجھ فی طولی فٹ:-

سل کا مردہ بوجھ = ۷۵ × ۱۰ = ۷۵۰

شہتیر " " = $\frac{۱۵۰ × ۱۸۰}{۱۴۴}$ = ۱۸۸

∴ س = ۷۵۰ + ۱۸۸ = ۹۳۸

زندہ بوجھ = ق = ۲۰۰ × ۱۰ = ۲۰۰۰

∴ م = ۲۰۰۰ + ۹۳۸ = ۲۹۳۸

ستون پر اعظم بوجھ جب کہ دونوں خانے لدے ہوئے ہوں

= ۱٫۲۵ م ل = ۱٫۲۵ × ۲۹۳۸ × ۲۰

= ۷۳۵۰۰ پونڈ

اگر ستون ۱۰ × ۱۰ ہو اور احکام ۱ ۱/۸" والی چار سلاخوں کا ہو تو معادل کنکریٹی رقبہ

= ۱۰۰ + ۱۴ (۴ × ۰٫۹۹)

= ۱۵۵٫۶ مربع انچ

∴ زور = $\frac{۷۳۵۰۰}{۱۵۵٫۶}$ = ۴۷۳ پونڈ فی انچ²

اب اس صورت پر غور کرو کہ ایک خانہ پورا لدا ہوا اور دوسرا صرف مردہ بوجھ سے لدا ہوا ہو۔

$\frac{س}{م}$ = $\frac{مردہ بوجھ}{مجموعی بوجھ}$ = $\frac{۹۳۸}{۲۹۳۸}$ = ۰٫۳۲

شکل ع ۱ ا کے منحنی کی مدد سے

ستون پر بوجھ = ۰٫۸۲ م ل = ۰٫۸۲ × ۲۹۳۸ × ۲۰

= ۴۸۳۰۰ پونڈ

اور ا، ب کے منحنی سے

ڈھال = ۰٫۱۴۳ $\frac{\text{و}_\text{م} \text{ل}^۳}{\text{ع} \text{جـ}}$

یہی نتائج مساواتوں (ا و) اور (اب) سے راست حاصل ہو سکتے تھے۔

اکائیاں پونڈ اور انچ لی جائیں تو

و$_\text{م}$ = $\frac{۲۹۳۸}{۱۲}$ = ۲۴۵ پونڈ فی طولی انچ

ل^۳ = (۲۴۰)^۳ انچ^۳ = ۱۳٫۸ × ۱۰^۶ انچ^۳

ع = ۲ × ۱۰^۶ پونڈ فی انچ^۲

شہتیر کا معیارِ جمود معلوم کرنے کے لیے ذیل کا طریقہ کارآمد ہے :-

فشار میں سل کا عرض = $\frac{۳}{۴}$ × ۱۰ × ۱۲ = ۹۰ انچ

شہتیر کے تعدیلی محور کی گہرائی معلوم کرنے کے لیے تراش کو ایک مستطیل سمجھو جس کا عرض ۹۰″ اور گہرائی فولاد تک ۲۱″ اور تناؤ میں ۱″ والی چھ سلاخیں ہیں (۴٫۷ انچ^۲)۔

فولاد کا فیصد = $\frac{۴٫۷ \times ۱۰۰}{۲۱ \times ۹۰}$ = ۰٫۲۴۹

شکل ۱۰ کے منحنی کی رو سے تعدیلی محور کی گہرائی = ۰٫۲۴ × ۲۱ = ۵ انچ

فولاد کا معیارِ جمود تعدیلی محور کے گرد = ۴٫۷ × ۱۶^۲ × ۱۵ = ۱۸۱۰۰ انچ^۴

کنکریٹ کا معیارِ جمود تعدیلی محور کے گرد = $\frac{\text{ض}\,\text{گ}^۳}{۳}$ = $\frac{۹۰ \times ۱۲۵}{۳}$

= ۳۷۵۰ انچ^۴

جـ = شہتیر کا مجموعی معیارِ جمود = ۱۸۱۰۰ + ۳۷۵۰

= ۲۱۸۵۰ انچ^{۴} [۱]

[۱] ۔ اگر شہتیر کا مزاحمت کا معیار ‌ مز کسی خاص زور پر معلوم ہو جائے جیسا کہ عام طور پر ہوتا ہے تو آسانی اس میں ہوگی کہ معیار جمود ذیل کی مساوات سے محسوب کیا جائے۔

$$جـ = \frac{مز \cdot ما}{ز}$$

جہاں ما تعدیلی محور سے اعظم فاصلہ ہے اور ز اس مقام پر کا زور ہے۔

اوپر کی مثال کے لیے مز = ۰٫۷۸ × ۱۶۰۰۰ × ۹ء تقریباً

= ۱٫۴۴ × $۱۰^{۶}$ انچ پونڈ

امتدادی احکام کے فیصد سے حاصل ہوتا ہے ن = ۵ انچ

اور شکل علا کے منحنی کی رو سے کنکریٹ کے اندر زور

= ۳۵۰ پونڈ فی انچ^{۲}

∴ کنکریٹ کا لحاظ کرتے مجموعی معیار جمود جـ = $\frac{۵ \times ۱۰^{۶} \times ۱٫۴۴}{۳۵۰}$

= ۲۰۶۰۰ انچ^{۴} (کنکریٹی اکائیاں)

فولاد کا لحاظ کرتے جـ = $\frac{۱۶ \times ۱۰^{۶} \times ۱٫۴۴}{۱۶۰۰۰}$

= ۱۴۴۰ انچ^{۴} (فولادی اکائیاں)

= ۱۴۴۰ × ۱۵ = ۲۱۶۰۰ انچ^{۴} (کنکریٹی اکائیاں)

جـ کی یہ قیمتیں اوپر حاصل کی ہوئی قیمت سے بہت زیادہ مختلف نہیں۔

∴ وسطی ستون کے اوپر شہتیر کا ڈھال = عہ = $\frac{۰٫۱۴۳ و ے ل^{۲}}{ع جـ}$

$$= \frac{۱۰^{۶} \times ۱۳٫۸ \times ۲۲۵ \times ۰٫۱۴۳}{۲۱۸۵۰ \times ۱۰^{۶} \times ۲} = ۰٫۰۱۱$$

اگر ستون کے نچلے سرے کو سمت میں ثابت لیا جائے تو ک کی قیمت ۳ لی جا سکتی ہے۔ اس طرح ستون پر اس ڈھال کی وجہ سے حائز شدہ معیار

م = ۲ ن ع عہ

اس طرح ہم ستون پر خماؤ کا معیار اور اس کے ذریعے سے زور معلوم کر سکتے ہیں یا راست اس طرح:-

خماؤ کی وجہ سے زور = م ما / جسی = ۲ ع جسی عہ / ل × ما / جسی

= ۲ ع عہ ما / ل .... (۴)

اس سے معلوم ہوگا کہ جب ستون کی صلابت شہتیر کی صلابت کے مقابلے میں اتنی کم ہو کہ شہتیر کے معیار اور ڈھال کے حسابات میں نظر انداز کی جا سکے تو ستون کے لیے جسد معلوم کرنے کی ضرورت نہیں رہتی۔

موجودہ مثال میں ع = ۲ × ۱۰^۶

عہ = ۰۰۱۱ء

ما = ۵ انچ

ل = ۱۲ × ۹ = ۱۰۸ انچ

∴ اندراج سے خماؤ کی وجہ سے زور = ۲ × (۲ × ۱۰^۶) × ۰۰۱۱ء × ۵ / ۱۰۸

= ۴۰۸ پونڈ فی انچ^۲

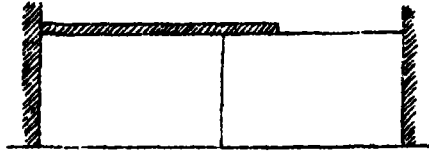
راست فشار کی وجہ سے زور = ۴۸۳۰۰ / ۱۵۵۲۶ = ۳۱۲ پونڈ فی انچ^۲

∴ اعظم زور = ۴۰۸ + ۳۱۲ = ۷۲۰ پونڈ فی انچ^۲

دونوں خانے لدے ہوئے ہونے کی صورت میں زور ۳۰۷ پونڈ فی انچ^۲ ہوا تھا۔ اس سے معلوم ہوگا کہ ایک خانہ خالی رکھنے سے کتنا فرق ہو گیا حالانکہ شہتیر چھوٹا اور صلیب ہے اور ستون مقابلۃً ملائم۔

ظاہر ہے کہ جب شہتیر لمبے اور پتلے ہونگے تو اس سے بہت زیادہ ڈھال پیدا ہوگا اور ستون کے اندر خروج المرکز بھی زیادہ ہوگا اور یہ اور زیادہ ہو جائیگا اگر ستون مقابلۃً چھوٹا اور سنگین ہو۔ ہمارے علم میں ایسی مثالیں بھی ہیں جہاں سے فرق

اتنا زیادہ نمایاں تھا کہ ایک خانہ خالی ہونے سے زور دوگنا ہوگیا۔

شکل ۴۳ء

یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ ان دونوں سے بدتر بھی ایک صورت ہے اور وہ اس وقت واقع ہوتی ہے جب کہ بوجھ ایک خانے پر پورا اور دوسرے خانے کے ایک حصے پر چھایا ہوا ہو (شکل ۴۳ء)۔ اس سے شہتیر کے معیار اور ڈھال پر تو کچھ زیادہ اثر نہیں پڑتا لیکن ستون کے راست بوجھ میں خاصا اضافہ ہوجاتا ہے۔ ستون شہتیر کے مقابلے میں بہت سنگین ہوں تو شہتیر کا ڈھال معلوم کرتے وقت ستون کی صلابت کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے۔

ضمیمہ ا شق ، میں دکھایا گیا ہے کہ دو فصلوں کی صورت میں جو ایک وسطی ستون کے ساتھ استوار ہوں اور دیواروں پر آزاد ہوں تو ستون پر ڈھال ذیل کی مساوات سے حاصل ہوتا ہے

$$ع\ ع = \frac{(و_م - و_ش)\ ل^2}{8\ (ک_ہ + ک\ ن)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

جہاں $و_م$ اور $و_ش$ = خانوں کے بوجھ فی اکائی طول

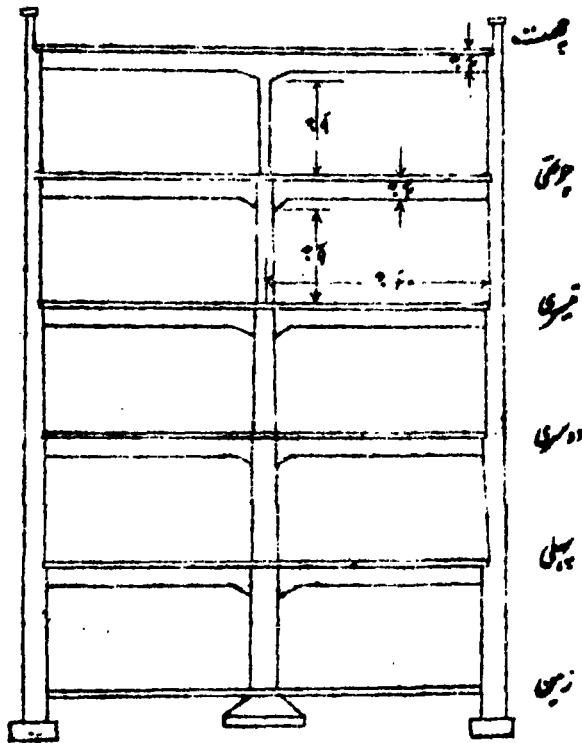
ل = فصل

$ہ = \frac{\text{شہتیر کا جمود}}{ل}$

$ن = \frac{\text{ستون کا جمود}}{\text{ستون کا طول}}$

ک = مستقل جس کا ذکر ہوچکا ہے اور جس کی قیمت ستون کا

دوسرا سرا سمت میں آزاد ہو تو ۲ ثابت ہو تو ۲ ہوتی ہے (شکل [illegible])۔

اگر ستون شہتیر کے اوپر اور نیچے دونوں طرف ہو جیسا کہ کسی عمارت کی نچلی منزلوں میں ہوتا ہے تو ک ن کی بجائے $ک_1 ن_1 + ک_2 ن_2$ رکھنا پڑیگا جہاں $ک_1$، $ن_1$ اوپر کے ستون کے متعلق ہیں اور $ک_2$، $ن_2$ نیچے کے۔ یہ تو ظاہر ہے کہ فرش کے نامساوی لداؤ کی وجہ سے اگر ستون پر خماؤ کا کوئی عمل ہو تو اوپر بھی ستون ہونے کی وجہ سے اس خماؤ کو ستون کی مزاحمت بڑھ جائیگی۔

شکل [illegible]۔ مثال

ہمارے خیال میں اس ضابطہ کا اطلاق ایک عمارت پر مفید اور سبق آموز ہوگا جس کے زمین کے اوپر چار فرش ہوں اور ایک چھت اور سب ایک ہی بوجھ کے لیے تجویز کیے ہوئے ہوں۔ غیر ضروری عمل سے بچنے کے لیے اس مثال میں گزشتہ مثال ہی کے فصل، بوجھ، ستونوں کی بلندی وغیرہ لی جائیگی۔ اس عمارت کا نقشہ شکل ۴۷ میں دیا گیا ہے۔

مثال:—

متحرک بوجھ = ۲۰۰ پونڈ

شہتیر کی تراش = ۱۸" × ۱۰" (۱۰'۔۱۰' فٹ کے فاصلے پر)

اگر ان ستونوں کو صرف مرکزی بوجھ کے لیے تجویز کیا جائے کنکریٹ میں اکائی زور ۵۰۰ لیا جائے اور نچلے طبقوں کو اوپر کے فرشوں کے پورے بوجھ کے تحت تجویز کیا جائے لیکن ستونوں کا وزن نظر انداز کر دیا جائے تو ذیل کے ابعاد حاصل ہونگے۔ (لیکن ہمارے خیال میں یہ ستونوں کی تجویز کا صحیح طریقہ نہیں)۔

جدول ۲

طبقہ	اعظم مرکزی بوجھ	ستون کی تراش	فولاد	ستون کا معادل رقبہ	اکائی زور
	پونڈ	انچ مربع		مربع انچ	پونڈ فی انچ²
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
چھت	۷۳۵۰۰	۱۰	۴ × ½"	۱۵۵٫۶	۴۷۳
چوتھا	۱۴۷۰۰۰	۱۵	۸ × ۱"	۳۱۲٫۸	۴۷۲
تیسرا	۲۲۰۵۰۰	۱۸	۸ × ۱¼"	۴۶۱	۴۷۸
دوسرا	۲۹۴۰۰۰	۲۰	۸ × ۱½"	۵۹۷	۴۹۳
پہلا	۳۶۷۵۰۰	۲۲	۸ × ۱¾"	۷۵۳	۴۸۸
زمین					

مساوات (۴) کے صحیح طریقے کے بموجب ستون میں خماؤ کے زور معلوم کرنے کے لیے ضروری ہے کہ ہر ستون کے لیے جمود معلوم کیا جائے۔ ان کو ذیل کی جدول میں دیا گیا ہے:-

جدول ۳

ستونوں کے معیارِ جمود کا حساب

(کنکریٹ کی پوشش ۱½" لی گئی ہے)

طبقہ	کنکریٹ کا جمود $\frac{bd^3}{12}$	فولادی سلاخیں ستون کے مقابل کے رخوں پر		فولاد کا فاصلہ ستون کے مرکزی خط سے	فولاد کا معادل جمود	مجموعی جمود (۱۰)+(۶)
	(۶) انچ^۴	(۷)	(۸) مربع انچ	(۹) انچ	(۱۰) انچ^۴	(۱۱) انچ^۴
چھت	۸۳۲	۴ × ۱⅛"	۳٫۹۸	۳ ۳/۱۶	۵۶۷	۱۴۰۰
چوتھا	۴۲۲۰	۶ × ۱"	۴٫۷۰	۵ ۳/۴	۲۱۷۰	۶۳۹۰
تیسرا	۸۷۳۰	۶ × ۱¼"	۷٫۳۱	۷ ۱/۸	۵۲۲۰	۱۳۹۶۰
دوسرا	۱۳۳۳۰	۶ × ۱½"	۱۰٫۵۶	۸	۹۴۶۰	۲۲۷۹۰
پہلا	۱۹۵۳۰	۶ × ۱¾"	۱۴٫۴۲	۸ ۷/۸	۱۵۹۲۰	۳۰۴۵۰
زمین						

جدول ۴

مساوات (۴) کی رو سے خمائی کے زور کا حساب

طبقہ	کٗن اوپر کے ستون کے لیے	کٗن نیچے کے ستون کے لیے	ی = کٗن۱ + کٗن۲	۵۴۶ + ی	ع ع = (م – م) ل / ۸(۵۴۶ + ی)	ما	ز = ک ع ما / ل
	(۱۲)	(۱۳)	(۱۴)	(۱۵)	(۱۶)	(۱۷)	(۱۸)
چھت	-	۵۲	۵۲	۵۹۸	۲۰۰۱	۵	۳۷۰
چوتھا	۵۲	۲۳۶	۲۸۸	۸۳۴	۱۴۳۰	۷½	۴۰۰
تیسرا	۲۳۶	۵۱۹	۷۵۵	۱۳۰۱	۹۲۳	۹	۳۰۸
دوسرا	۵۱۹	۸۴۴	۱۳۶۳	۱۹۰۹	۶۲۹	۲	۲۳۳
پہلا	۸۴۴	۱۳۱۵	۲۱۵۹	۲۷۰۵	۴۴۴	۱۱	۱۶۹

نوٹ: ک۱ اور ک۲ کی قیمت دونوں کو ثابت لے کر ۲۳۴ لی گئی ہے۔

$$\text{۶ ک ط} = \text{شہتیر کا } \frac{\text{۶ جـ}}{\text{ل}} = \frac{\text{۲۱۸۵} \times \text{۶}}{\text{۲۴۰}} = \text{۵۴۶}$$

جدول ۵

خماؤ اور راست بوجھ کے حاصل زور کا حساب

طبقہ	راست بوجھ اوپر کے فرشوں کی وجہ سے	فرش کے نامساوی لداؤ کی وجہ سے بوجھ [1]	فرش کے نامساوی لداؤ کی حالت میں اعظم راست بوجھ	فرش کے نیچے کے ستون کا معادل رقبہ	راست بوجھ کی وجہ سے زور = (۲۱)/(۲۲)	خماؤ کی وجہ سے زور (۱۸) سے	اعظم زور (۲۳) اور (۲۴)
	(۱۹)	(۲۰)	(۲۱)	(۲۲)	(۲۳)	(۲۴)	(۲۵)
چھت	—	۴۸۵۰۰	۴۸۵۰۰	۱۵۵٫۶	۳۱۲	۳۷۰	۶۸۲
چوتھا	۷۳۵۰۰	″	۱۲۲۰۰۰	۳۱۲٫۸	۳۹۰	۴۰۰	۷۹۰
تیسرا	۱۴۷۰۰۰	″	۱۹۵۵۰۰	۴۶۱	۴۲۴	۳۰۸	۷۳۲
دوسرا	۲۲۰۵۰۰	″	۲۶۹۰۰۰	۵۹۰	۴۵۱	۲۳۳	۶۸۴
پہلا	۲۹۴۰۰۰	″	۳۴۲۵۰۰	۷۵۳	۴۵۴	۱۶۹	۶۲۳

نوٹ [1] فرش کے نامساوی لداؤ کی وجہ سے بوجھ کا حساب یوں لگایا گیا ہے:-

مساوات (۵) سے س = ⅝ ل (و م + و س)

$$= \frac{(۹۳۸ + ۲۹۳۸) \times ۲۰ \times ۵}{۸}$$

= ۴۸۵۰۰ پونڈ

جدول ۴ میں ک ن۲ + ک پ ن۲ کی قیمت صرف اُس جوڑ کے لیے محسوب کی گئی ہے جس سے ہم کو بحث ہے۔ کالم (۱۶) میں اس جوڑ پر کے ڈھال کی قیمت مساوات (۴) کی مدد سے حاصل کی گئی ہے۔ پھر کالم (۱۸) میں ستون میں خاؤ کا زور ذیل کی مساوات سے حاصل کیا گیا ہے:

$$\text{زور} = \text{ز} = \frac{\text{ک ع عہ ما}}{\text{ل}}$$

جہاں ع عہ کالم (۱۶) میں حاصل ہو چکا ہے، اور ما بیرونی ریشے کا فاصلہ تعدیلی محور سے ہے۔ چونکہ اس کی قیمت جوڑ کے نیچے کے ستون کی صورت میں اوپر کے ستون سے زیادہ ہے اس لیے صرف نچلے ستون کی قیمت لے لینا کافی ہے جس سے زور زیادہ حاصل ہوتا ہے۔

ہر تعمیر کے لیے اُس کے موزوں ک کی قیمت غور کرکے حاصل کرنی چاہیے۔

شکل ۵۰ (ج) کو دیکھنے سے یاد آئیگا کہ اگر دو متصل فرش نامساوی طور پر لدے ہوئے ہوں جیسا کہ نقشے میں دکھایا گیا ہے تو ک کی قیمت ۶ ہوگی۔ اس لیے اگر اس صورت حال کی توقع ہو تو ک کی قیمت ۶ لینی چاہیے۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ اگر ہم نقشہ (ج) میں ستون اور اوپر کے شہتیر کے جوڑ پر غور کر رہے ہوں تو ک کی یہ قیمت اُس شہتیر کے لیے نیچے کے ستون کے لیے صحیح ہے اگر اوپر کے ستون کے لیے ک کی قیمت مطلوب ہو تو وہ اوپر کے فرش کے لداؤ پر منحصر ہوگی۔ اگر اوپر کا فرش بھی نامساوی طور پر اور اسی طرح لدا ہوا ہو تو اوپر کے ستون کے لیے بھی پھر ک کی قیمت ۶ ہوگی۔

لیکن اکثر عمارتوں میں یہ شاذونادر ہی ہوگا کہ مسلسل تین فرشوں پر پورا نامساوی بوجھ ہو اور یہ معمار یا انجنیر کی صوابدید پر منحصر ہے کہ وہ کسی خاص عمارت میں اس لداؤ کی رعایت رکھے یا نہ رکھے۔

اس خاص مثال میں یہ فرض کیا جائیگا کہ اس طرح کے لداؤ کی رعایت کی ضرورت نہیں۔ اور بدترین صورت یہ فرض کی گئی ہے کہ اوپر اور نیچے کے فرش

جوڑ پر افقی ہوں۔ اس کے لیے ک = ۴ ہوتا ہے اور یہی قیمت اس مثال میں اختیار کی گئی ہے۔

اب خماؤ کے زور کو راست زور کے ساتھ ملانا ہے اور چونکہ خماؤ کا زور اسی وقت موجود ہوتا ہے کہ نصف فرش پر صرف اس کا اپنا مردہ بوجھ ہو اس لیے ظاہر ہے کہ اس صورت میں راست زور کم ہوگا بہ نسبت تمام فرش پورے لدے ہوئے ہونے کے۔ اس طرح اب قابل غور بدترین صورت یہ ہوئی کہ زیر بحث جوڑ کے صرف ایک جانب بوجھ ہو اور باقی سب فرش پورے لدے ہوئے ہوں۔ اس فرش کے ناساوی لداؤ کی وجہ سے ستون پر راست بوجھ (جو کالم ۲۰ جدول ۵ میں دیا گیا ہے اور ضمیمہ ا شق ۷ سے حاصل کیا گیا ہے) یہ ہوگا

سا = ۵/۸ ل (دم + ص) .... (۵)

اب دیکھو کہ یہ ستون اور جوڑ کی صلابت پر منحصر نہیں۔

اوپر کے پورے طور پر لدے ہوئے فرشوں کی وجہ سے جو بوجھ ہوگا اس کا حساب بہت آسان ہے اور کالم (۱۹) میں دیا گیا ہے۔

ان سے راست بوجھ کا جو اعظم زور حاصل ہوتا ہے وہ کالم ۲۳ میں درج ہے اور اس میں خماؤ کے زور کو جمع کرنے سے ستون پر ناساوی لداؤ کا اعظم زور کالم ۲۵ میں دیا گیا ہے۔

کالم ۲۵ جدول ۵ کو بغور مطالعہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ ناساوی لداؤ سے پیدا ہونے والے زور پورے لداؤ کے زوروں سے خاصے زیادہ ہیں۔

اس خاص مثال میں اعظم زور چوتھے فرش کے ذرا ہی نیچے واقع ہوتا ہے اور اس کی مقدار ان زوروں کی جو معمولی طور پر تمام خانوں کو پورے طور پر لدا ہوا لینے سے حاصل ہو

۱۶۷ = ۷۹۰/۴۷۴

گئی یا ۶۷ فیصدی زیادہ ہے۔

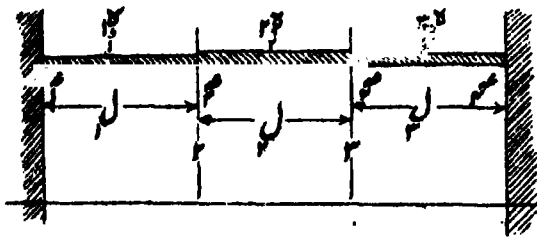
ظاہر ہے کہ تجویز کے اندر اتنے بڑے اثر کو نظر انداز نہیں کیا جا سکتا اور کوئی انجینیر جان بوجھ کر اپنی تجویز میں قدر سلامتی کو اتنا نقصان پہنچانا گوارا

نہیں کریگا۔

صورت ۲۔ تین فصل —

سرے آزاد، مثلاً دیواروں پر رکھے ہوئے۔

اِس صورت میں دونوں ستونوں کی بحث گزشتہ صورت ہی کی طرح ہوگی۔ البتہ اس سے ذرا زیادہ پیچیدہ ہے کیونکہ ایک تو زیادہ لداؤں پر غور کرنا ہے اور دوسرے عام طور پر سرے کے شہتیروں کا وسطی شہتیر سے یا تو فصل کم ہوگا یا معیارِ جمود زیادہ ہوگا لیکن چونکہ یہ صورت عملاً بہت واقع ہوتی ہے اس لیے ہم نے ستونوں پر شہتیر کے ڈھال کے لیے جملے اس کی رعایت رکھ کر نکالے ہیں۔ اس طرح کسی مثال پر ان کا اطلاق کرتے وقت سادہ حساب درکار ہوگا اور وہ بھی بہت آسان قسم کا۔

ہم یہ فرض کرینگے کہ ناظرین گزشتہ صورت کا مطالعہ کر چکے ہیں اور اس طرح یہاں بیان اتنا تفصیلی نہ ہوگا۔

شکل ۵۔

(ا) وہ صورتیں جن میں شہتیر کے ڈھال پر ستون کی صلابت کے اثر کو نظر انداز کیا جاسکے۔

ضمیمہ ا شق ۸ میں ایک عام جملہ دیا گیا ہے جس سے شہتیر کا ڈھال

دوسرے ستون پر کسی بھی صورت کے لیے معلوم ہو سکتا ہے یہاں تک کہ اس صورت کے لیے بھی کہ فصل، بوجھ، معیارِ جمود، وغیرہ، سب کے سب مختلف ہوں۔ یہ جملہ بہت پیچیدہ ہے لیکن اس سے سادہ صورتوں کے لیے سادہ جملے اخذ کیے جا سکتے ہیں اور اس طرح کے چند سادہ جملے یہاں دیے جاتے ہیں۔

حسب سابق فرض کرو کہ

و = بوجھ فی اکائی طول

ل = فصل

ھ = شہتیر کا $\frac{\text{جمود}}{\text{طول}}$ (لاحقوں سے دکھایا جائیگا کہ کون سا فصل مراد ہے)۔

ن = ستون کا $\frac{\text{جمود}}{\text{طول}}$

ک = ایک مستقل، جو ستون کے دوسرے سرے کی تثبیت کے درجے پر منحصر ہے۔

ہ = شہتیر کا ڈھال ستون پر (لاحقوں سے دکھایا جائیگا کہ کون سا ستون مراد ہے۔)

اب ہم اس بحث کو اُن صورتوں تک محدود کر لینگے جن میں لداؤ ہر فصل میں مستقل ہے اور یا تو مردہ بوجھ کے مساوی ہے یا (مردہ + مجموعی متحرک) بوجھ کے۔ اس طرح ظاہر ہے کہ لداؤ کی کیفیت ذیل کی چار کیفیتوں میں سے کوئی ایک ہوگی:-

(ا) تمام خانے لدے ہوئے،

(ب) متبادل خانے لدے ہوئے،

(ج) دونوں سروں کے خانے لدے ہوئے،

(د) وسطی خانہ لدا ہوا

اور اب یہ معلوم کرنا ضروری ہے کہ ان میں سے کس لداؤ سے ستونوں میں سب میں زیادہ زور پیدا ہوتا ہے۔

لیکن ہم یہ دکھا سکتے ہیں کہ عام طور پر ان چاروں صورتوں کی تحلیل ضروری نہیں اور یہ کہ اگر

(۱) اعظم بوجھ ستون پر

(۲) شہتیر کا اعظم ڈھال ستون کے مقام پر

یہ دو صورتیں لی جائیں تو باقی صورتوں میں زور ان سے کم ہونگے۔ اس لیے ہم صورت (ا) یعنی تمام خانوں پر اعظم بوجھ نہیں لینگے اگرچہ اس کا ذکر ضمیمہ ا شق ۸ میں آئیگا۔

صورت (ب) ——— خانے ۱، ۲ لدے ہوئے۔

ستون ۲ پر اعظم بوجھ اُس وقت ہوگا کہ خانے ۱، ۲ لدے ہوئے ہوں اور اس صورت میں ستون پر بوجھ

سہ = ۲ ر ۱ م ل + ۱ ر حی ل .... (۶)

جہاں م = مجموعی بوجھ فی اکائی طول

حی = زندہ بوجھ فی اکائی طول

ستون ۲ پر ڈھال ———

$$ع = \frac{م + ۲ حی}{۳۰ ک} \times \frac{ل^۲}{۱۲ ع} .... (۷)$$

(دیکھو ضمیمہ ا شق ۸)۔

ڈھال مل جائے تو خاؤ کا زور معلوم ہو جائیگا۔ پھر اس کو راست فشار کے زور کے ساتھ ترکیب دیا جا سکتا ہے جیسا کہ دو فصل سے شہتیروں میں کیا گیا تھا (دیکھو صفحہ ۱۶۷)۔

یہ پہلے کہا گیا ہے کہ عام طور پر سرے کے خانے وسطی خانوں سے مضبوط بنائے جاتے ہیں اور اس طرح ان کے معیار جمود زیادہ ہونگے۔

مصنفین کتاب ہذا نے اس صورت کی تحقیق کی ہے جس میں

$$\frac{ک_۲}{ک_۱} = ۸ر۰$$

یعنی وسطی شہتیر کا معیار جمود سرے کے شہتیروں کا ۸ر۰ ہے اور یہ نسبت عموماً عام ہے۔ اس سے ڈھال کے لیے یہ جملہ حاصل ہوتا ہے

$$\text{ع} = \frac{\text{ثم} + ۱٫۶۱\ \text{ثس}}{۹٫۲۹\ \text{ک}} \times \frac{\text{ل}^۲}{۱۲\ \text{ع}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (۸)$$

یہ ضابطہ (۷) سے مختلف ہے اور اگر ثم کے مقابلے میں ثس قابل لحاظ ہو تو ان ضابطوں کا فرق بھی خاصا ہوتا ہے۔

اگرچہ $\frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۱}$ کی تمام قیمتوں کے واسطے ع کے لیے صحیح جملہ بہت پیچیدہ ہوگا لیکن $\frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۱}$ کی معمولی قیمتوں کے لیے ذیل کا جملہ تقریباً صحیح ہے:—

$$\text{ع} = \frac{\text{ثم} + \frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۱}\ \text{ثس}}{۳۰\ \text{ک}_۲} \times \frac{\text{ل}^۲}{\text{ع}} \quad \ldots\ldots\ldots\ (۹)$$

لیکن اس سے ظاہر نہیں ہوتا کہ لداؤ کی کس کیفیت سے ع کی قیمت اعظم حاصل ہوگی اس لیے چند صورتوں پر غور کرنا ہوگا۔

صورت (ج)۔ خانے ۱، ۳ لدے ہوئے

ضمیمہ مشق ۸ سے، جب کہ $\text{ک}_۱ = \text{ک}_۲ = \text{ک}$

$$\text{ع} = \frac{۳\ \text{ثم} - ۲\ \text{ثس}}{۱۰\ \text{ک}} \times \frac{\text{ل}^۲}{۱۲\ \text{ع}} \quad \ldots\ldots\ (۱۰)$$

حسب سابق اس کی بھی تحقیق کرلی گئی ہے کہ سرے کے شہتیر وسطی شہتیر سے زیادہ مضبوط اور صلب ہوں تو کیا ہوگا۔

$$\frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۱} = \frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۳} = ۱٫۰$$

کے واسطے

$$\text{ع} = \frac{۲\ \text{ثم} - ۲\ \text{ثس}}{۱۱٫۵\ \text{ک}_۲} \times \frac{\text{ل}^۲}{۱۲\ \text{ع}} \quad \ldots\ldots\ (۱۱) \quad \text{(ضمیمہ مشق ۸)}$$

عام طور پر $\frac{\text{ک}_۲}{\text{ک}_۳}$ کی معمولی قیمتوں کے لیے تقریبی طور پر

$$\text{عہ} = \frac{\text{۳ م} - \text{۲ س}}{\text{ک}_{۲}\left\{۱۰ + ۷ء۵\left(۱ - \frac{\text{ک}_{۲}}{\text{ک}_{۱}}\right)\right\}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ع}_{۱۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۲)$$

صورت (ب) ـ خانے ۲، ۳ لدے ہوئے ـــ

ضمیمہ ۱ شق ۸ سے اِس صورت میں ستون پر عائد شدہ ڈھال،
جب کہ $\text{ک}_{۱} = \text{ک}_{۲} = \text{ک}_{۳}$،

$$\text{عہ} = \frac{\text{۴ م} - \text{۷ س}}{\text{۳۰ ک}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ع}_{۱۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۳)$$

اور $\frac{\text{ک}_{۲}}{\text{ک}_{۱}} = \frac{\text{ک}_{۲}}{\text{ک}_{۳}} =$ ۸ء کے واسطے

$$\text{عہ} = \frac{\text{۴ م} - \text{۶ء۹ س}}{\text{۳۳ء۳ ک}_{۲}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ع}_{۱۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۴)$$

اور عام طور پر $\frac{\text{ک}_{۲}}{\text{ک}_{۱}}$ کی معمولی قیمتوں کے لیے تقریبی طور پر

$$\text{عہ} = \frac{\text{۴ م} - \text{۷ س}}{\text{ک}_{۲}\left\{۳۰ + ۱۶ء۵\left(۱ - \frac{\text{ک}_{۲}}{\text{ک}_{۱}}\right)\right\}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ع}_{۱۲}} \quad \ldots\ldots (۱۵)$$

مساوات (۱۳) کا (۱۰) سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ (۱۰) سے ڈھال کی قیمت زیادہ حاصل ہوتی ہے بہ نسبت (۱۳) کے۔ سوائے اُس صورت کے کہ م = س اور اس صورت میں یہ دونوں (۱۳) اور (۱۰) ایک ہی ہوجائینگے۔

صورت (د) ـ خانہ ۲ لدا ہوا ـــ

ضمیمہ ۱ شق ۸ سے، جب کہ $\text{ک}_{۱} = \text{ک}_{۲} = \text{ک}_{۳}$

$$\text{عہ} = \frac{\text{۲ م} - \text{۳ س}}{\text{۱۰ ک}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ع}_{۱۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۶)$$

اور $\frac{ک_۲}{ک_۱} = \frac{۲ک}{ک} = ۰٫۸$ کے لیے

$$ع = \frac{۲ م - ۳ س}{۱۱٫۵ ک_۲} \times \frac{ل^۲}{۱۲ ع} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۷)$$

اور $\frac{ک_۲}{ک_۱}$ کی معمولی قیمتوں کے لیے، تقریبی طور پر

$$ع = \frac{۲ م - ۳ س}{ک_۲ \left\{ ۱۰ + ۷٫۵ \left(۱ \frac{ک_۲}{ک_۱}\right) \right\}} \times \frac{ل^۲}{۱۲ ع} \quad \ldots\ldots (۱۸)$$

ضابطوں (۱۶) تا (۱۸) کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ستون پر خماؤ کا زور خانہ ۲ کے لدے ہونے کی صورت میں خانے ۱، ۳ کے لدے ہونے سے کم ہوگا سوائے اُس صورت کے کہ م = س جب کہ دونوں صورتیں ایک ہوجائینگی۔ اس طرح معلوم ہوا کہ مساواتوں (۱۰) تا (۱۲) سے ستون پر خماؤ کا اعظم اثر حاصل ہوتا ہے اور ہم اسی کو لے لینگے۔

خانے ۱، ۳ لدے ہونے کی صورت میں ردِّ عمل کی قیمت

$$ر = ۰٫۵۵ ل (م + س)$$

لے سکتے ہیں۔

(ب) جب کہ ستون اتنے صلب ہیں کہ سہاروں پر کے ڈھال پر اس کے اثر کا لحاظ رکھنا ہوتا ہے۔

ضمیمہ اشق ۸ میں جو نتائج تفصیل سے حاصل کیے گئے ہیں ان کو بغیر کسی مزید بحث کے یہاں لکھ دیا جاتا ہے۔ ان کی بحث گزشتہ صورت کے بالکل مطابق ہے۔

صورت (ج) — خانے ۱، ۳ لدے ہوئے۔

اگر $ک_۱ = ک_۲ = ک_۳$

اور $$ک\,ن_{۲} = ک_{۲}\,ن_{۳}$$

تو $$ع_{۱} = \frac{ل^{۲}}{۱۲ع} \times \frac{۱٫۵\,و_{م} - وس}{ک\,ن + ۵\,ل} \quad \ldots\ldots (۱۹)$$

اور اگر $$\frac{ل_{۲}}{ل_{۱}} = \frac{ل_{۲}}{ل_{۳}} = ۰٫۸$$

اور $$ک_{۲}\,ن_{۲} = ک_{۲}\,ن_{۳}$$

تو $$ع_{۲} = \frac{ل^{۲}}{۱۲ع} \times \frac{۱٫۵\,و_{م} - وس}{ک\,ن + ۵٫۷۵\,ل} \quad \ldots\ldots (۲۰)$$

یہ دکھایا جاچکا ہے کہ اس لداؤ سے خروج المرکز اعظم ہوتا ہے۔ اور راست ردّ عمل منفی، ان کے ضابطے سے حاصل ہونے والے راست ردِّ عملوں سے زیادہ مختلف نہیں ہونگے۔ اِس لداؤ کے ضابطے دوسرے لداؤں کے مقابلے میں آسان بھی ہیں اور یہ کچھ کم فائدہ نہیں۔ دوسرے لداؤں کے ضابطے بھی ضمیمہ ا شق ۸ میں دیے گئے ہیں تاکہ حوالے کے کام آئیں۔

۳- چار یا زیادہ فصل

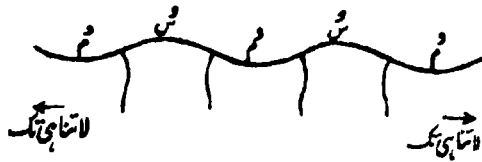
چار یا زیادہ فصلوں کے شہتیروں میں جو سروں پر آزاد ہوں اس میں کوئی بڑی غلطی نہیں کہ باہر کے ستونوں سے (ان سے دیواریں مراد نہیں بلکہ ان کے قریب کے ستون) اسی طرح بحث کی جائے جس طرح تین فصل کے شہتیروں کے ستونوں سے کی گئی۔

البتہ ان کے بھی اند۔ کے ستونوں کے لیے (جن کی تعداد چار فصلوں کی صورت میں صرف ایک ہے) یہ پایا جائیگا کہ تین فصل والے ضابطوں سے جو خروج المرکز حاصل ہوتا ہے وہ حقیقت سے زیادہ ہے۔ اِن ستونوں سے

حسب ذیل طریقے پر بحث کی جاسکتی ہے۔
یہ پایا جائیگا کہ اِن اندرونی ستونوں کے خروج المرکز پر سروں کے فصلوں کا بہت کم اثر ہوتا ہے۔ اس لیے ہم یہ کر سکتے ہیں کہ فصلوں کی تعداد کو لاانتہا فرض کریں جس میں تشاکل کی وجہ سے بجلے آسان ہوجائینگے۔

و ن و ن و

لاانتہائی تک ← → لاانتہائی تک

شکل ۶۷ع

اس قسم کے شہتیر کے نیچے (جس کو شکل ۶۷ع میں دکھایا گیا ہے) ستونوں پر جو ڈھال عائد ہوتا ہے اُس کی قیمت (ضمیمہ ۱ شق ۱۰ کی رُو سے)

$$\text{ع} = -\frac{\text{ل}^2}{12\text{ع}}\,\frac{\text{وُ} - \text{وں}}{\text{ک}\,(\text{ن}+4\text{ک})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

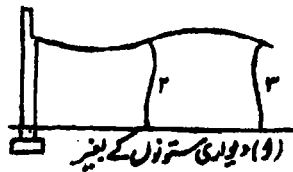
اب دیکھو وُ - وں = شہتیر کا متحرک بوجھ۔ اس لیے ضابطہ یوں لکھا جاسکتا ہے۔

$$\text{ع} = -\frac{\text{ل}^2}{12\text{ع}} \times \frac{\text{وُ}}{\text{ک}\,\text{ن}+4\text{ک}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

اندرونی ستونوں پر خروج المرکز جب کہ شہتیر کے سرے جزوی طور پر مقید ہوں۔

اوپر کے تمام ضابطے اُن ستونوں کے لیے صحیح ہیں جن پر کے شہتیر کے سرے آزاد ہوں یعنی مثلاً اینٹ کی دیواروں پر رکھے ہوئے ہوں۔

لیکن ایسی صورتیں بھی کثرت سے واقع ہوتی ہیں جن میں متعدد فصلوں کے شہتیر کے سرے دیواری ستونوں پر رکھے ہوں اور جزوی طور پر مقید ہوں۔ اس قید سے اندرونی ستونوں پر کے خروج المرکزوں پر اثر پڑیگا۔

(و) دیواری ستونوں کے بغیر

(ب) دیواری ستونوں کے ساتھ

شکل ۱۰۷

مثلاً اوپر کے ضابطے شکل ۱۰۷ میں (و) کے لیے درست ہیں لیکن (ب) میں کم از کم ستون ۲ پر اعظم خروج المرکز کم ہو جائیگا۔

جو ستون دیوار سے زیادہ فاصلے پر ہیں مثلاً ۳، ۴ وغیرہ، اُن میں یہ کمی کم ہے اور اُن کے لیے اوپر حاصل کیے ہوئے ضابطے استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

ستون ۲ کے لیے اُن ضابطوں کا استعمال حفاظت کی جانب ہوگا اور یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ باہر کی طرف کے ستونوں کی صلابت اندرونی ستونوں سے بہت کم ہوتی ہے۔ کم از کم متعدد منزلہ عمارت کے نچلے طبقوں میں ایسا ہوتا ہے کیونکہ فرش کا وہ رقبہ جو یہ ستون سہارتے ہیں عام طور پر نصف ہوتا ہے۔

اگر کسی خاص صورت میں اس بات کی رعایت رکھنی ہو تو صحیح جلہ ضمیمہ ا کے عام ضابطوں سے حاصل کیا جا سکتا ہے۔

۲- بیرونی ستون

اندرونی ستونوں کی طرح ان کے لیے بھی طریقہ یہی ہے کہ شہتیر اور ستون کے

اتصال پر شہتیر کا ڈھال معلوم کیا جائے اور اس سے خماؤ کے زور کا حساب کیا جائے۔ یہ ڈھال صرف ستون اور سرے کے شہتیر کے خواص اور سرے کے شہتیر کے لداؤ پر ہی منحصر نہیں بلکہ کسی حد تک اندر کے شہتیروں کے لداؤ اور صلابت پر بھی منحصر ہوتا ہے اور اسی وجہ سے بیرونی ستون کی تجویز فصلوں کی تعداد سے آزاد ہیں۔

صورت ا۔ واحد فصل۔

اگر اس طرح کا سادہ انتظام ہو کہ ایک شہتیر دو ستونوں پر رکھا ہو اور لادا جائے (شکل ۸۴) تو ستون کی صلابت کو نظر انداز کرنے پر شہتیر کا ڈھال سرے پر (ضمیمہ اشق ۵ کی رو سے)

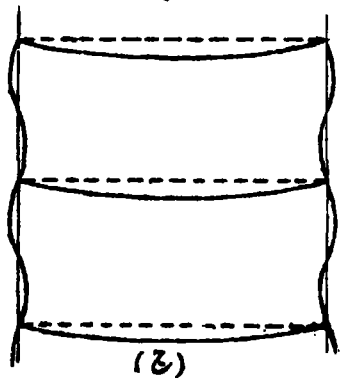
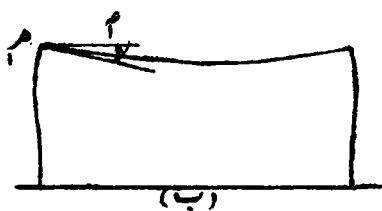
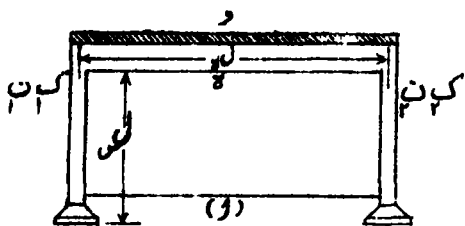
$$م_ا = \frac{و}{۲ ۵} \frac{ل^۲}{۱۲ ع} \ldots\ldots (۲۳)$$

ستون پر معیار مر = ع ء ک ن

اور ردِ عمل ر~ا~ = $\frac{و ل}{۲}$

اب زور نہایت آسانی سے گزشتہ مثال کی طرح دریافت ہو سکتے ہیں۔
اگر پائے کا رقبہ خاصا ہو تو ہمارا خیال ہے کہ ستون کے نچلے سرے کو ثابت سمجھا جاسکتا ہے اور اس صورت میں ک = ۴ لینا چاہیے۔
اگر ستون اتنے صلب ہوں کہ جوڑ پر ڈھال معلوم کرنے کے لیے اُن کی صلابت کا لحاظ رکھنا ضروری ہو تو اس صورت میں اگر ستونوں کے لیے ک ن کی قیمت ایک ہی ہو تو

$$ء = \frac{و}{۲ ۵ + ک ن} \times \frac{ل^۲}{۱۲ ع} \ldots\ldots (۲۴)$$

شکل ۵۲

لیکن اگر ک ن دونوں کے لیے ایک ہی نہ ہو تو

$$\text{م}_{۱} = \frac{\text{و}_{۲}(\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} + ۶\text{ہ})}{(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۴\text{ہ})(\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} + ۴\text{ہ}) - ۴\text{ہ}^{۲}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲\text{ع}} \quad ......(۲۵)$$

اور

$$\text{م}_{۲} = \frac{\text{و}_{۱}(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۶\text{ہ})}{(\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} + ۴\text{ہ})(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۴\text{ہ}) - ۴\text{ہ}^{۲}} \times \frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲\text{ع}} \quad ......(۲۶)$$

$$\text{م}_{۱} = \text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱}\text{م}_{۱}\text{ع}$$

اور

$$\text{م}_{۲} = \text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲}\text{م}_{۲}\text{ع}$$

اگر شکل ۸۲ (ب) کی طرح متعدد فرش ہوں تو اس صورت کی عام طور پر رعایت رکھنی ہوگی جس میں فرش سب ایک ساتھ لدے ہوئے ہوں۔ اوپر کے سب ضابطے اسی صورت کی رعایت سے ہیں لیکن ک کی قیمت ۲ لینی پڑیگی اور ک ن کی قیمت میں زیر بحث شہتیر کے اوپر کے اور نیچے کے دونوں ستونوں کو شامل کرنا ہوگا۔

ایک مثال سے اس کا طریقہ واضح ہوجائیگا اور یہ بھی معلوم ہوجائیگا کہ ستونوں کے اندر خماؤ کے زور کا کیا درجہ ہوتا ہے۔

شکل ۹۲ کی تعمیر پر غور کرو:۔

متحرک بوجھ ۲۰۰ پونڈ فی فٹ۲

ساکن بوجھ ۱۰۰ " "

شہتیر اور ستون ۱۰ فٹ گھائی

اس طرح متحرک بوجھ فی شہتیر = ۲۰۰۰ پونڈ فی طولی فٹ

ساکن " " = ۱۰۰۰ " "

$$\text{و فی طولی انچ} = \frac{۳۰۰۰}{۱۲} = ۲۵۰ \text{ پونڈ}$$

کنکریٹ کی سل کا عرض جو T شہتیر کی فشاری کور کے لیے مہیا ہے۔

$\frac{3}{4} \times 10$ فٹ = ۹۰ انچ لو

(نوٹ، $\frac{\text{فصل}}{3} = \frac{12 \times 25}{3} = 100$ انچ)

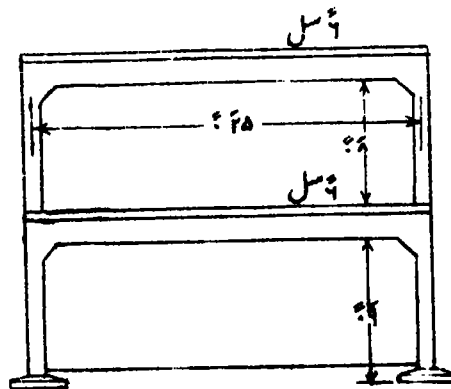
معادل فیصد ف = $\frac{100 \times 8.94}{21 \times 90} = 4.75$

تعدیلی محور کی گہرائی = ۰٫۳۱۲ × ۲۱ = ۶٫۶ انچ

∴ فولاد کا جمود تعدیلی محور کے گرد = ۸٫۹۴ × (۱۴٫۴)² × ۱۵

= ۲۷۷۰۰ انچ⁴

کنکریٹ کا جمود تعدیلی محور کے گرد = $\frac{\text{ض گ}^3}{3} = \frac{90 \times 6.6^3}{3} = 8600$ انچ⁴

(اس میں ایک چھوٹی سی غلطی یہ ہے کہ تعدیلی محور کو سل کے نچلے رخ پر منطبق سمجھا گیا ہے حالانکہ تعدیلی محور اس سے ذرا نیچے ہوتا ہے لیکن یہ غلطی چھوٹی سی ہے)

شکل ۹۷

اس طرح شہتیر کا مجموعی جسد = ۲۷۷۰۰ + ۸۶۰۰ = ۳۶۳۰۰ پانچ^4
اوپر کے ستونوں کے لیے:—

بوجھ = $\frac{1}{2}$ ۱۲ × ۳۰۰۰ = ۳۷۵۰۰ پونڈ

ستون "۱۰ × "۱۰ ہو اور اس میں چار سلاخیں "$\frac{3}{4}$ والی ہوں تو

ستون کا معادل رقبہ = ۱۰۰ + ۱۴ × ۴ × ۴۴ء

= ۱۲۴ء۶ انچ^2

∴ زضی زور = $\frac{۳۷۵۰۰}{۱۲۴ء۶}$ = ۳۰۰ پونڈ فی انچ^2

ستون کا جسد:—

کنکریٹ سے = $\frac{ض گ^3}{۱۲}$ = $\frac{۱۰۰۰۰}{۱۲}$ = ۸۳۳ انچ^4

فولاد سے = ۶ء۱۷ × $(۳)^2$ × ۱۴ = ۲۲۱ انچ^4

(اس میں ستون کے مرکزی خط سے فولاد کے مرکزی خط تک "۳ کا فاصلہ لیا گیا ہے)

∴ ستون کا مجموعی جسد = ۸۳۳ + ۲۲۱ = ۱۰۵۴ انچ^4

∴ ک ن = $\frac{ک جس}{لس}$ = $\frac{۱۰۵۴ × ۶}{۹۶}$ = ۶۵ء۸ انچ^3

∴ ک = $\frac{جد}{ل}$ = $\frac{۳۶۳۰۰}{۳۰۰}$ = ۱۲۱ انچ^3

∴ ضابطہ (۲۴) سے

ع ء = − $\frac{و ل^2}{۱۲}$ × $\frac{۱}{ک ن + ک۲}$

= − $\frac{(۳۰۰)^2 × ۲۵۰}{۱۲}$ × $\left(\frac{۱}{۲۴۲ + ۶۵ء۸}\right)$

= − ۶۰۶۰

∴ ز = خماؤ کا زور

= ک ا ع ع / ل س

= ۶۰۷۰ × ۵ × ۶ / ۹۶

= ۱۹۰۰ پونڈ فی مربع انچ

∴ ستون کے اندر اعظم زور = ۱۹۰۰ + ۳۰۰ = ۲۲۰۰ پونڈ فی انچ۲

اس سے نظر آئیگا کہ راست بوجھ کا زور تو جائز زور کا صرف نصف ہے لیکن حقیقی (یعنی مجموعی) زور کنکریٹ کے انتہائی زور تک پہنچ گیا ہے۔

اس میں شک نہیں کہ یہ جو مثال لی گئی ہے اس میں خماؤ کا زور ذرا غیر معمولی ہے کیونکہ ۲۵ فٹ کا فصل عام فصل سے زیادہ ہے اور ۸ فٹ عام گزر بلندی سے کم ہے۔ اس مثال کو دینے سے مقصود یہ ہے کہ ثانوی زوروں کی اہمیت واضح ہو جائے۔

یہاں یہ بتا دینا ضروری ہے کہ اگر خماؤ کے زور راست زور سے بہت زیادہ ہوں تو خماؤ کے زور معلوم کرنے کا یہ طریقہ درست نہیں کیونکہ اگر ستون کی ایک جانب اتنا تناؤ ہو تو مسالے کو متجانس مسالا نہیں سمجھا جا سکتا۔

ستون کے اندر خماؤ کے زور کو ذیل کے کسی طریقہ سے کم کیا جا سکتا ہے:-

۱- شہتیر کو پہلو لگانے سے۔

لیکن اس پہلو سازی کو احتیاط سے تجویز کرنا چاہیے کیونکہ بعض پہلو ایسے ہوتے ہیں کہ اُن سے شہتیر کے زور تو کم ہو جاتے ہیں لیکن ستون کے اندر خماؤ کے زور بڑھ جاتے ہیں۔ اگر پہلو سازی میں اس کا لحاظ نہ رکھا گیا ہو تو ضروری نہیں کہ تعمیر کی مضبوطی میں اضافہ ہو۔

لیکن اس سے معمار کی آرائش کی اسکیم میں خلل واقع ہوتا ہے۔

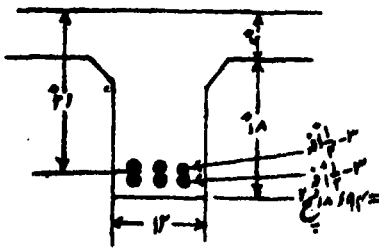
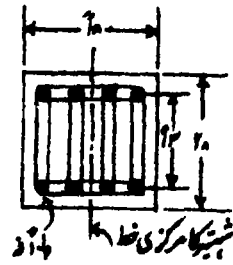
۲- ستون کی جسامت بڑھانے سے۔

یہ طریقہ سب میں زیادہ ظاہر ہے۔ پھر بھی بعض وقت سب میں کم موزوں ہوتا ہے۔ بلکہ اگر موجودہ صورت کی طرح، شہتیر کے ڈھال پر ستون کی جسامت بڑھائی

کا اثر نہ ہو تو بعض وقت ستون کی گہرائی بڑھانے سے زور الٹا بڑھ جاتا ہے۔ لیکن اگر ستون کی صلابت شہتیر کی صلابت کا لحاظ کرتے زیادہ ہو تو یہ بات واقع نہیں ہوتی۔ ستون کے عرض کا اضافہ گہرائی کے اضافے سے زیادہ موثر ہوتا ہے۔

۳۔ ستون میں طولی فولاد زیادہ استعمال کرنے سے۔

۴۔ ستون کی قاطع (یعنی عرضی) بندش کے اضافے سے۔

شکل ۹۰ ا

شکل ۹۰ ب

اخیر کے دو طریقے اکثر زیادہ موثر ہوتے ہیں۔

بالکل اخیر کے طریقے سے زور تو کم نہیں ہوتا لیکن کنکریٹ زیادہ طولی زور برداشت کرنے کے قابل ہو جاتا ہے۔

اب ہم ایک مرتبہ تجویز کو آزمائینگے یعنی اوپر کے طبقوں میں ستون ۸ء×۸ء اور ان میں ۸ سلاخیں ۱/۲ء وائی (شکل ۹۰ ب)۔

ستون کا جسامت:۔

کنکریٹ، ض گ^{۲}/۱۲ = (۱۸)^{۲}/۱۲ = ۸۷۰۰ پانچ^{۴}

فولاد، (۸×۱۷۶۲) (۶ ۱/۲)^{۲} ×۱۴ = ۸۳۰۰ پانچ^{۴}

∴ جسامت = ۸۷۰۰ + ۸۳۰۰ = ۱۷۰۰۰ پانچ^{۴}

$$ک ن = \frac{ک\ حس}{ل\ س} = \frac{۱۷۰۰۰ \times ۶}{۹۶} = ۱۰۶۰ \text{ انچ}^۲$$

حسب سابق ٤ = ۱۲۱ انچ

ضابطہ (۲۴) سے

$$ع\ م = \frac{م\ ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{ک\ ن + ٤۲}$$

$$= \frac{(۳۰۰)^۲ \times ۲۵۰}{۱۲} \times \frac{۱}{۲۴۲ + ۱۰۶۰}$$

$$= ۱۴۴۰$$

$$\therefore\ ز = \frac{ک\ ۱\ ع\ م}{ل\ س} = \frac{۱۴۴۰ \times ۹ \times ۶}{۹۶} = ۸۱۰ \text{ پونڈ فی انچ}^۲ *$$

$$\text{راست بوجھ کی وجہ سے زور} = \frac{۳۷۵۰۰}{۱۹۶ + ۳۲۴} = ۷۲ \text{ پونڈ فی انچ}^۲$$

∴ اعظم زور = ۸۸۲ پونڈ فی انچ^۲

* باب ۲ صفحہ ۸۵ کے قاعدے کی رو سے اعظم زور کا ٹھیک ٹھیک حساب یہ ہے :-

$$م = ۱۴۴۰ \times ۱۰۶۰ = ۱۵۲۵۰۰۰ \text{ پونڈ انچ}$$

$$ز \text{ (خروج المرکز)} = \frac{۱۵۲۵۰۰۰}{۳۷۵۰۰} = ۴۰٫۷$$

$$\frac{ز + س}{ح} = ۳٫۰۴$$

فرض کرو کن = ۷٫۵

کنکریٹ کے اندر فشار = ۴۵ ج

فولاد میں فشار = ۱۵ ج

فوری طور پر شہتیر کے عرض کو بڑھا کر ۲۰ انچ کردو۔

ف = ۱٫۱۴

ت = ۱۶٫۲۵

ب = ۰٫۸۴ × ۱۵٫۵ = ۱۳ انچ

$$ت = \frac{۲۷۵۰۰}{۷} \times \frac{۱۳ - ۴٫۷۲}{۱۳} = ۱۴۱۰۰ \text{ پونڈ فی انچ}^2$$

$$ج = \frac{۱۴۱۰۰}{۱۶٫۲۵} = ۸۷۰ \text{ پونڈ فی انچ}^2$$

اب دیکھو کہ یہ زور پھر بھی زیادہ ہے لیکن اگر کنکریٹ طاقتور ہو اور بندش تھوڑے تھوڑے فاصلے سے کثرت سے ہو تو اِس زور کو جائز رکھا جا سکتا ہے۔ ستون اور شہتیر کے درمیان ایک پہلو ضروری ہے۔ اوپر کے حساب سے ظاہر ہوگا کہ ان بیرونی ستونوں کی جسامت کی تعیین میں خماؤ کا زیادہ اثر ہوتا ہے بہ نسبت راست بوجھ کے۔

اب نچلے شہتیروں کے ساتھ جُڑے ہوئے ستونوں پر غور کرو۔ نچلے طبقے کے ستون شکل ۹۵ (ب) کی طرح ہو سکتے ہیں اور ہم پہلے دونوں فرشوں کے لدے ہونے کی صورت پر غور کریں گے۔ اب

$$\text{ک ن اوپر کے طبقے کے لیے} = \frac{\text{ک} \times \text{جس}}{\text{ل}_\text{س}} = \frac{۱۷۰۰۰ \times ۶}{۹۶} = ۱۰۶۰ \text{ انچ}^3$$

$$\text{ک ن نچلے طبقے کے لیے} = \frac{۱۷۰۰۰ \times ۴}{۱۰۸} = ۶۳۰ \text{ انچ}^3$$

∴ مجموعہ = ۱۶۹۰ انچ^3

$$\text{ضابطہ (۲۴) سے ع م} = - \frac{(۳۰۰)^2 \times ۲۵۰}{۱۲} \times \frac{۱}{۲۴۲ + ۱۶۹۰}$$

$$= - ۹۷۰$$

∴ خماؤ کا زور فرش کے ذرا اوپر

$$ز = \frac{۹۷۰ \times ۹ \times ۶}{۹۶} = ۵۴۷ \text{ پونڈ فی انچ}^2$$

خماؤ کا زور فرش کے ذرا نیچے

$ن_۲ = \frac{۹۶۰ \times ۹ \times ۴}{۱۰۸} = ۳۲۳$ پونڈ فی انچ^۲

راست بوجھ کی وجہ سے زور

اوپر کے طبقے میں $ن_۳ = ٧٢$ حسب سابق

نچلے طبقے میں $ن_۳ = ۱۴۴$

∴ اوپر کے طبقے میں فرش کے ذرا اوپر اعظم زور

$ن_۲ + ن_۳ = ۶۱۹$ پونڈ فی انچ^۲

اور نچلے طبقے میں فرش کے ذرا نیچے اعظم زور

$ن_۲ + ن_۳ = ۴۶۷$ پونڈ فی انچ^۲

اب اس صورت پر غور کرو کہ نچلے شہتیر لدے ہوئے ہوں اور اوپر کے خالی۔ اب اگر اوپر کے طبقے کے لیے بھی ک = ۴ لیا جا سکتا ہے تو

ک ن اوپر کے طبقہ کے لیے $= \frac{۱۷۰۰۰ \times ۴}{۹۶} = ۷۱۰$ پونڈ فی انچ^۲

ک ن نچلے طبقہ کے لیے $= \frac{۱۷۰۰۰ \times ۴}{۱۰۸} = ۶۳۰$ پونڈ فی انچ^۲

مجموعہ = ۱۳۴۰ پونڈ فی انچ^۲

$ع_م = -\frac{۲۵۰ \times {}^۲(۳۰۰)}{۱۲} \times \frac{۱}{۲۴۲ + ۱۳۴۰}$

$= -۱۱۸۰$

∴ $ن_۲ = \frac{۱۱۸۰ \times ۹ \times ۴}{۹۶} = ۴۴۳$ پونڈ فی انچ^۲

$ن_۲ = \frac{۱۱۸۰ \times ۹ \times ۴}{۱۰۸} = ۳۹۳$ پونڈ فی انچ^۲

$ن_۲$ $ن_۲$ پہلے سے کم ہونگے کیونکہ اوپر کا فرش خالی ہے اور ان کی قیمتیں

علی الترتیب ۴۸، ۱۲۰ پونڈ فی انچ² ہونگی۔

اوپر کے طبقے میں اعظم زور = ۳۴۴ + ۴۸ = ۳۹۱ پونڈ فی انچ²

نچلے " " " " = ۳۹۳ + ۱۲۰ = ۵۱۳ " "

اس سے نظر آئیگا کہ ستون کے نچلے حصوں میں زور اوپر کے جوڑ سے کم ہے۔ بالکل اوپر کے جوڑ پر خماؤ کا زور نسبتۃً زیادہ ہے کیونکہ نچلے فرشوں کی نسبت یہاں شہتیر پر ستون سے بہت کم قید عائد ہوتی ہے۔ البتہ اگر اوپر کے شہتیروں پر نچلے شہتیروں سے بوجھ کم ہو (جیساکہ اکثر ہوتا ہے جب کہ اوپر کے شہتیروں پر صرف چھت ہو اور نچلوں پہ فرش) تو خماؤ کا زور اوپر اور نیچے اتنا زیادہ مختلف نہیں ہوگا۔

اس صورت میں عمدہ تجویز کے اندر بیرونی ستونوں کے ابعاد مختلف منزلوں میں زیادہ مختلف نہیں ہوتے۔ یہ دستور آہن کاری کے جدید ترین دستور کے بالکل مطابق ہے۔

بیرونی ستونوں میں سلاخوں کے جوڑوں کی خاص احتیاط کرنی چاہیے کیونکہ ان سلاخوں کو تناؤ اور فشار دونوں میں مضبوط رہنا پڑتا ہے۔

صورت ۲- دو فصل-

ستون ا پر اعظم خروج المرکز اس وقت ہوتا ہے جب کہ بایاں خانہ پورا لدا ہو اور دائیں خانے پر صرف ساکن بوجھ ہو (شکل ۸۰)۔ ان حالات کے تحت ستون کا ڈھال (ضمیمہ ا شق ۷ کی رو سے) یہ ہوگا:-

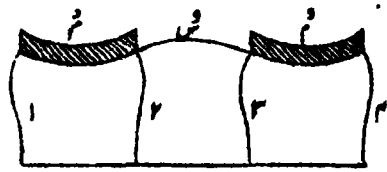
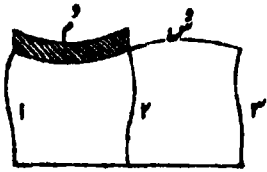
$$\text{ا} = \frac{\text{ل}^2}{\text{ع ا}^2}\left[\frac{\text{و}_\text{م}\left\{(\text{ک}_1\text{ن}_1+4\text{ہ})(\text{ک}_2\text{ن}_2+10\text{ہ})-4\text{ہ}^2\right\}-\text{و}_\text{ن}\,2\text{ہ}(\text{ک}_1\text{ن}_1+6\text{ہ})}{(\text{ک}_1\text{ن}_1+4\text{ہ})\left\{(\text{ک}_1\text{ن}_1+4\text{ہ})(\text{ک}_2\text{ن}_2+8\text{ہ})-8\text{ہ}^2\right\}}\right] \quad \ldots(۲۶)$$

ک₁ ن₁، ک₂ ن₂ کی کسی خاص نسبت کے لیے اس کی شکل ذرا آسان ہو جائیگی۔

مثلاً اگر $\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} = \frac{۱}{۲}\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲}$

تو $$\text{ع}_{۱} = \frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲\,\text{ع}} \left\{ \frac{\text{و}_{\text{م}}(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۳\text{ه}) - \text{و}_{\text{س}}\text{ه}}{(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۴\text{ه})(\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۲\text{ه})} \right\} \quad .... (۲۸)$$

اور ڈھال سے زور گزشتہ صورت کی طرح محسوب ہو سکتا ہے۔

ستون شہتیر کے مقابلے میں ملائم ہوں تو اوپر کے ضابطے بہت آسان شکل میں آجاتے ہیں کیونکہ اِس صورت میں ک ن صفر ہوگا اور ع کی جو قیمت حاصل ہوگی وہ حفاظت کی جانب ہوگی۔

شکل ۵۱ ۔ تین فصل، وسطی خالی

شکل ۵۲ ۔ دو فصل، ایک پھالدا ہوا

ک ن = صفر رکھنے سے

$$\text{ع}_{۱} = \frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲\,\text{ع}} \times \frac{۳\,\text{و}_{\text{م}} - \text{و}_{\text{س}}}{۸\,\text{ه}} \quad .... (۲۹)$$

یہ دیکھو کہ عام طور پر و م ، و س کا چار یا پانچ گنا ہوتا ہے اور اس طرح و س ، ۳ و م کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہوگا اس لیے اگر زیادہ صحت درکار نہ ہو تو لکھ سکتے ہیں

$$\text{ع}_{۱} = \frac{\text{و}_{\text{م}}\,\text{ل}^{۲}}{۳۲\,\text{ه}\,\text{ع}} \quad .... (۳۰)$$

اس کا مساوات (۲۳) سے مقابلہ کرنے پر معلوم ہوگا کہ م کی قیمت دو فصلوں کی صورت میں ایک فصل کی قیمت سے ۲۵ فیصدی کم ہے۔

صورت ۳۔ تین یا زیادہ فصل

بیرونی ستونوں پر خروج المرکز اعظم اس وقت ہوگا جبکہ سروں کے خانے پورے لدے ہوں اور وسطی خانہ خالی ہو (شکل ۱۰۱)۔ ان حالات میں م کے لیے ایک عام جملہ ک ن، ک ن، ہ، ہ کی رقوم میں حاصل کیا جا سکتا ہے (ضمیمہ ا شق ۸)۔

لیکن یہ کسی قدر تکلیف دہ ہے اس لیے ہم نے اسے دو خاص صورتوں کے لیے آسان کر لیا ہے:—

(ا) $\text{ہ}_\text{ا} = \text{ہ}_\text{م} = \text{ہ}_\text{ب}$

اور $\text{ک}_\text{ا}\text{ن}_\text{ا} = \text{ک}_\text{م}\text{ن}_\text{م}$ وغیرہ

اس کے لیے

$$\text{م}_\text{م} = -\frac{\text{ل}^2}{12\,\text{ع}}\left\{\frac{\text{و}_\text{م}(\text{ک ن} + 8\,\text{ہ}) - 2\,\text{ش}\,\text{ہ}}{\text{ک}^2\text{ن}^2 + 10\,\text{ک ن ہ} + 20\,\text{ہ}^2}\right\} \quad \ldots\ldots (۳۱)$$

(ب) $\text{ہ}_\text{ا} = \text{ہ}_\text{م} = \text{ہ}_\text{ب}$

اور $\text{ک}_\text{م}\text{ن}_\text{م} = \text{ک}_\text{ب}\text{ن}_\text{ب} = 2\,\text{ک}_\text{ا}\text{ن}_\text{ا} = 2\,\text{ک}_\text{ب}\text{ن}_\text{ب}$

اس کے لیے

$$\text{م}_\text{ا} = -\frac{\text{ل}^2}{12\,\text{ع}}\left\{\frac{\text{و}_\text{م}(\text{ک}_\text{ا}\text{ن}_\text{ا} + 4\,\text{ہ}) - \text{ش}\,\text{ہ}}{(\text{ک}_\text{ا}\text{ن}_\text{ا} + 2\,\text{ہ})(\text{ک}_\text{ا}\text{ن}_\text{ا} + 5\,\text{ہ})}\right\} \quad \ldots\ldots (۳۲)$$

اگر ستون نازک ہوں تو ہر ک ن کو صفر رکھنے سے بہت آسانی ہو جاتی ہے اور

$$\text{م} = -\frac{\text{ل}^2}{12\,\text{ع}} \cdot \frac{4\,\text{و}_\text{م} - \text{ش}}{10\,\text{ہ}} \quad \ldots\ldots (۳۳)$$

اگر ۴ م کے مقابلے میں ق کو نظر انداز کردیں تو ضابطہ اور بھی آسان ہوجاتا ہے۔

$$ع = \frac{م ل^2}{۳۰ ھ ع} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۴۴)$$

ضابطوں (۳۰)، (۴۴) کا مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ اِن صورتوں میں دو فصلوں اور تین فصلوں کے لیے ع کی قیمت میں کتنا کم فرق ہوتا ہے۔

ایک فصل کے لیے فرق البتہ زیادہ ہے۔ دیکھو ضابطہ (۲۳)

چار فصلوں کی صورت میں ستون ا کے لیے بدترین صورت یہ ہے کہ خانے ۱، ۳ لدے ہوں اور ۲، ۴ خالی ہوں۔

چوتھے خانے کا دراصل اثر یہ ہے کہ ستون ا کے خروج المرکز کو گھٹا دے لیکن یہ فرق اتنا کم ہوتا ہے کہ کچھ زیادہ غلطی نہیں ہوگی اگر چار یا زائد فصلوں کے لیے اوپر کے ضابطے بجنسہٖ اختیار کرلیے جائیں۔

خروج المرکز کی قیمت

ستونوں کے زوروں کے متعلق اوپر کی بحث میں ع کے یعنی اُس ڈھال کے ضابطے دیے گئے ہیں جو شہتیر کے خماؤ کی وجہ سے شہتیر اور ستون کے جوڑ پر عائد ہوتے ہیں۔ اور یہ بتایا گیا ہے کہ اس سے کس طرح ستون پر خماؤ کا معیار اور زور معلوم ہوسکتے ہیں۔ اگرچہ خروج المرکز کی قیمت محسوب کرنے کی کوئی ضرورت عملی طور پر نہیں ہوتی لیکن جن مجوزوں کو آہن کاری کے حسابات سے سابقہ پڑتا رہتا ہے اُن کو ممکن ہے کہ خروج المرکز کسی خاص صورت میں معلوم کرنے سے مدد ملے۔ اس کو یوں حاصل کیا جاسکتا ہے کہ خماؤ کے معیار کو جو

م = ک ن ع ع

سے ملتا ہے ستون کے ردِ عمل پر تقسیم کریں جس کو بیرونی ستونوں کی صورت میں

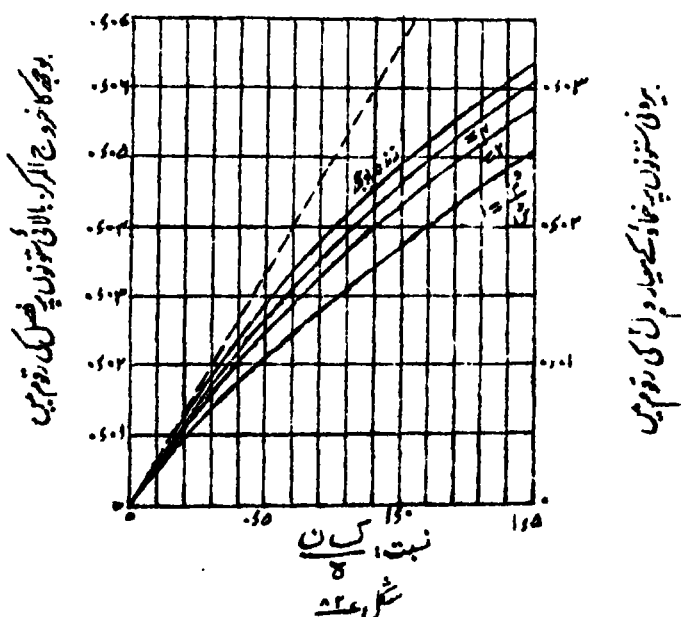
$\frac{و_م}{۲}$ ل کے مساوی لے لینا کچھ زیادہ غلطی نہیں۔

یہ دکھایا گیا ہے کہ تین یا زیادہ فصلوں کے شہتیر کے بیرونی ستونوں کے لیے اگر

$$ھ_۱ = ھ_۲ = ھ \qquad \text{اور} \qquad ک_۱ ن_۱ = ک_۲ ن_۲$$

تو $ع_۱$ کی قیمت مساوات (۳۱) سے حاصل ہوتی ہے

$$ع_۱ = - \frac{ل^۲}{۱۲ ع} \times \frac{و_م (ک ن + ۸ ھ) - ۲ و_س ھ}{ک^۲ ن^۲ + ۱۰ ک ن ھ + ۲۰ ھ^۲}$$

$ع_۱$ کے ذریعہ سے م معلوم ہو جائیگا اور اس کو س سے تقسیم کرنے سے خروج المرکز مل جائیگا جو $\frac{ک ن}{ھ}$ اور $\frac{و_م}{و_س}$ کی رقوم میں ہوگا۔ ان کی مختلف قیمتوں کے لیے خروج المرکز

شکل ۸۲ع

بیرونی ستونوں پر خروج المرکز اور خاؤ کا معیار

محسوب کیا جاسکتا ہے۔ شکل ۸۲ میں یہ قیمتیں ایک منحنی کے ذریعہ دکھائی گئی ہیں۔ اس طرح خروج المرکز کی قیمت بالراست اس منحنی سے پڑھ لی جاسکتی ہے۔

اوپر کے ضابطوں میں ک اور ﮦ کی قیمتوں کو استعمال کرنے سے پہلے اُن ہدایات کو اچھی طرح ذہن نشین کر لینا چاہیے جو ان کی قیمتوں کے متعلق دی گئی ہیں۔

شکل ۸۲ میں ضابطہ (۳۱) کو $\frac{ک ن}{ﮦ}$ اور $\frac{و_م}{ق}$ کی مختلف قیمتوں کے لیے ترسیم کیا گیا ہے اور اس ضابطے کے منحنیوں کو بھرے ہوئے خطوط کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔ دلچسپی کی خاطر ایک شکستہ خط کا منحنی بھی دیا گیا ہے جس میں خروج المرکز کی قیمت ضابطہ

$$م = \frac{و_م ل^2}{۳۰ ﮦ ع}$$

کے ذریعے حاصل کی گئی ہے۔ یہ آسان اور مختصر ضابطہ جیسا کہ اوپر بیان ہوا ہے، اس طرح حاصل ہوتا ہے کہ جوڑ پر کے ڈھال میں ستون کی صلابت کو نظر انداز کیا جائے اور نیز وق کو ۲ وم کے مقابلے میں نظر انداز کیا جائے۔ ظاہر ہے کہ اس ضابطے سے خروج المرکز کی قیمت حقیقی قیمت سے زیادہ ہوگی اور یہ فرق $\frac{ک ن}{ﮦ}$ کے بڑھنے سے بڑھیگا۔

ہم بیان کر چکے ہیں کہ خروج المرکز اتنی اہم مقدار نہیں جتنا کہ ستون کا خماؤ کا معیار کیونکہ خروج المرکز مختلف فرشوں میں بہت مختلف ہوتا ہے اور معیار $\frac{ک ن}{ﮦ}$ کی کسی قیمت کے لیے ہر فرش کے لیے وہی ہے۔ اس لیے شکل ۸۲ میں معیار ول کا بھی ایک پیمانہ وم ل² کی رقوم میں دیا گیا ہے۔ حوالے کے لیے یہ کام آئیگا۔

حصۂ سوّم

شہتیروں اور سلوں کی تجویز

باب ہشتم

شہتیر

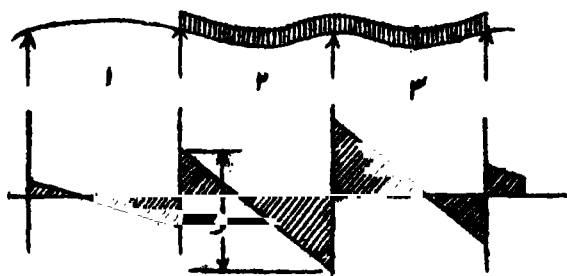
(خماؤ کے معیاروں کی دریافت کی مزید بحث جلد دوم حصۂ اوّل میں دی گئی ہے اور خماؤ کے معیار کے عملی معنی دیے گئے ہیں جو ہر صورت کے موزوں ہیں۔ غیر مساوی فصلوں کے شہتیروں کی بحث بھی جلد دوم میں دی گئی ہے)۔

باب ۲ اور ۴ میں دکھایا گیا ہے کہ شہتیر کے اندر خماؤ کے معیار اور جزی قوتوں سے پیدا ہونے والے زور کس طرح معلوم کیے جاتے ہیں۔ اب یہ دکھانا ہے کہ ان خماؤ کے معیاروں اور جزی قوتوں کی مقدار کیسے معلوم کی جاتی ہے اور چند باتیں بیان کرنی ہیں جن سے مجوّز کو سب میں زیادہ موزوں تراش اور احکام کے انتخاب میں مدد ملے۔

جزی قوتوں کی دریافت

آہن کاری میں شہتیر عموماً بردل پر آنا ہوتے ہیں اور تجویز میں ان کو

آزاد ہی سمجھا جاتا ہے۔ اِس طرح خماؤ کے معیاروں اور جزی قوتوں کا حساب بالکل آسان اور معین ہو جاتا ہے۔ لیکن محکم کنکریٹ میں شہتیر عموماً مسلسل ہوتے ہیں اور اس طرح خماؤ کا معیار اور جز اتنی آسانی سے دریافت نہیں ہوتے۔ شہتیر کی کسی انتصابی تراشش پر مجموعی جز کی قیمت شہتیر کے تسلسل سے کسی حد تک متاثر ہوتی ہے کیونکہ اگر کسی فصل کے سروں کے منفی معیار مساوی نہ ہوں (اور یہ صورت واقع ہوگی اگر متصل فصل لداؤ یا صلابت کے لحاظ سے مختلف ہوں) تو اس نامساوات سے ردِّ عمل متاثر ہوں گے۔

چنانچہ شکل ۸۳ میں خانہ ۲ کے دائیں سرے کا منفی معیار بائیں سرے سے بہت زیادہ ہوگا کیونکہ خانہ ۳ لدا ہوا ہے اور خانہ ۱ خالی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ دائیں سرے کا ردِّ عمل اور جز $\frac{ول}{۲}$ سے زیادہ ہوں گے اور بائیں سرے پر $\frac{ول}{۲}$ سے کم۔

شکل ۸۳۔ جزی قوت کا نقشہ

فصلوں کی مختلف تعداد کے لیے اِس تغیر کی وسعت باب ۶ (صفحہ ۱۵۲) میں دی گئی ہے۔

فصلوں کی لاانتہا تعداد کے لیے متحرک بوجھ کی صورت میں اس کی قیمت ۰.۶۳ ول ۵، اور ساکن بوجھ کی صورت میں ۰.۵ فی ل ہے اور متحرک اور

ساکن بوجھ کی کسی نسبت کے لیے ان قیمتوں کے درمیان اسی تناسب میں رہیگی۔ فصل تین سے زیادہ ہوں تو اس قاعدے پر عمل کیا جاسکتا ہے۔ کوئی بڑی غلطی واقع نہیں ہوگی۔ مم ل/۲ سے جزکی اعظم زیادتی ۱۶ر۶ فیصدی ہے۔ ساکن بوجھ زیادہ ہو تو اسی کے تناسب میں کم ہوگی۔ بہت سے مجوز اِس زیادتی کو نظرانداز کرکے جزکی قیمت محض مم ل/۲ لے لیتے ہیں۔

خماؤ کے معیار کی دریافت

اب تسلسل کا اثر خماؤ کے معیار پر دیکھینگے۔

عام طور پر یہ کیا جاتا ہے کہ خماؤ کے معیار کے حساب میں شہتیر اور ستون کے باہمی تسلسل کو نظر انداز کردیا جاتا ہے۔ اس سے جو نتائج حاصل ہوتے ہیں وہ حفاظت کی جانب ہوتے ہیں اور اندرونی خانوں میں تو یہ کفایت کے بھی زیادہ منافی نہیں۔

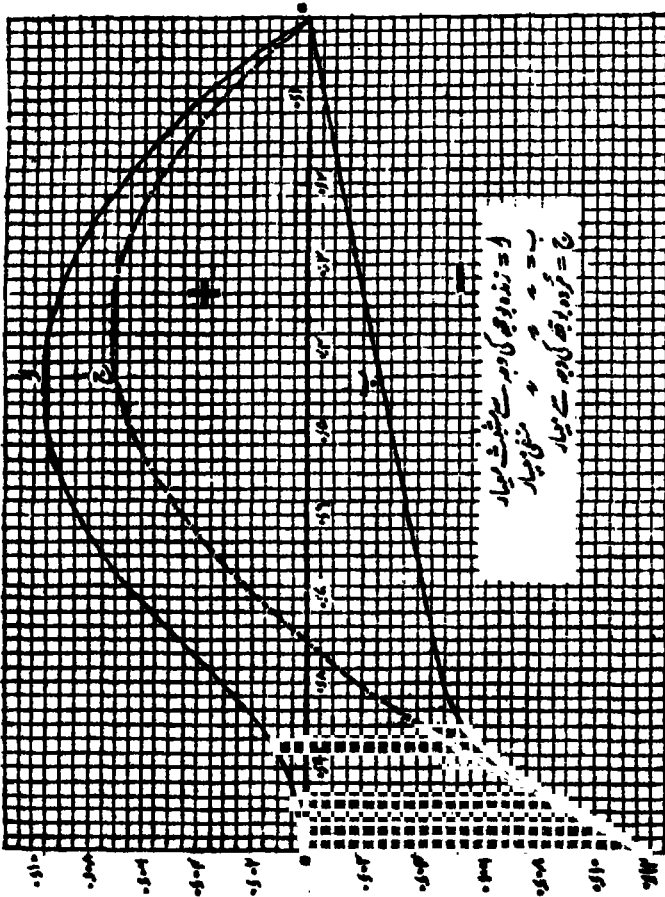
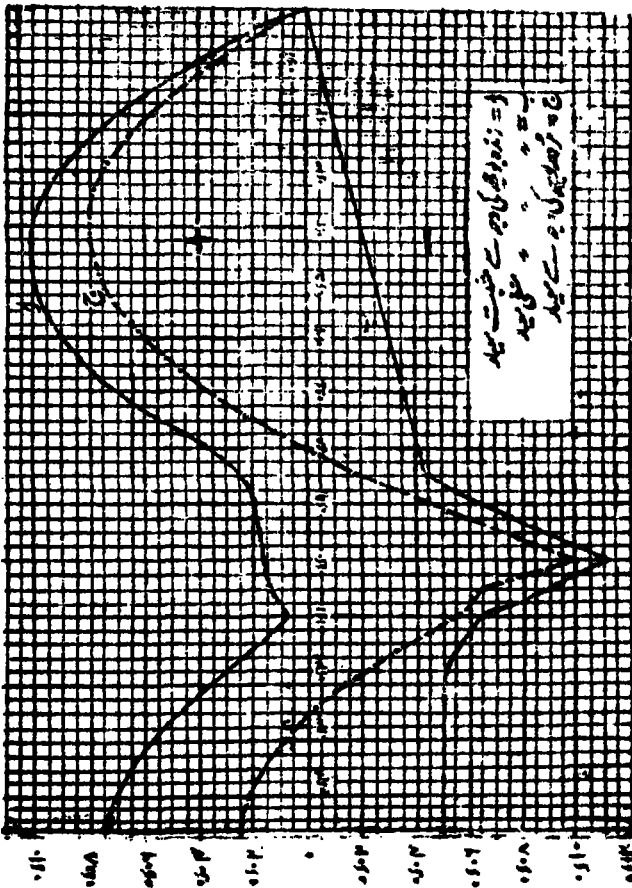
البتہ یہ یاد رکھنا چاہیے کہ شہتیر اور ستون کے باہمی تسلسل کو ستون کی تجویز میں نظرانداز نہیں کیا جاسکتا کیونکہ اُس میں ایسا کرنا حفاظت کے خلاف ہے۔

مسلسل شہتیروں کی تجویز آسان ہوتی اگر لداؤ کے حالات مستقل ہوتے۔ لیکن عام طور پر ایسا نہیں ہوتا اور اکثر ایسا ہوتا ہے کہ ایک فصل لدا ہو اور متصل فصل خالی ہوں۔ ضمیموں میں دکھایا گیا ہے کہ اس طرح کی کسی صورت میں خماؤ کا معیار کس طرح محسوب کیا جائے۔ لیکن یہ حسابات پیچیدہ ہیں اور کسی خاص صورت کے مکمل حل کے لیے لداؤ کی بہت سی مختلف شکلوں پر غور کرنا ہوتا ہے۔

اس وجہ سے آسانی اس میں ہوتی ہے کہ یہ حسابات بس ایک ہی بار ہمیشہ کے لیے کرلیے جائیں اور نتائج کو ایسی شکل میں ظاہر کیا جائے کہ بآسانی استعمال ہوسکیں۔ اس طرح کے نتائج ونکلر (Winkler) نے شایع کیے اور مردہ اور زندہ بوجھوں کی وجہ سے پیدا ہونے والے معیاروں کو علحدہ کرنے سے ہم اس قابل ہوجاتے ہیں کہ مردہ اور زندہ بوجھوں کی ہر نسبت کے لیے اِن

سے مردہ

نتائج کو استعمال کر سکیں۔ یہ منحنی شکل ۵۴ب، ۵۵ب، ۵۶ب میں دیے گئے ہیں۔
اِن منحنیوں کا پورا مفہوم سمجھنے کے لیے یہ یاد رکھنا چاہیے کہ متحرک بوجھ کا جو منحنی ہے وہ لداؤ کے کسی واحد انتظام کے لیے خماؤ کا

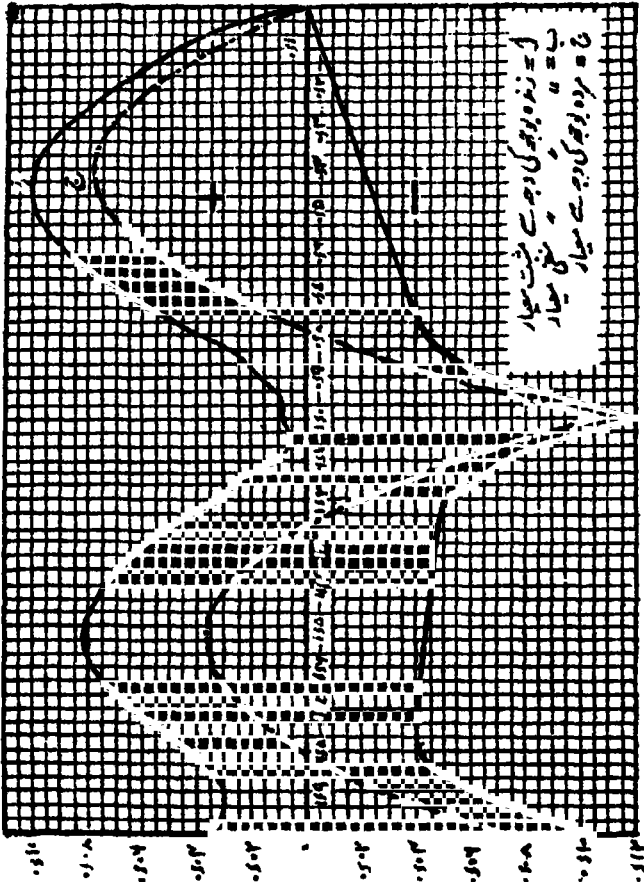
شکل ۵۴ب ـ دو فصل، دایاں نصف

منحنی نہیں بلکہ شہتیر کی کسی تراش پر لداؤ کی مختلف صورتوں کے تحت معیاروں
پر غور کیا گیا ہے اور اعظم اور اقل قیمتوں کو ترسیم کرلیا گیا۔
ظاہر ہے کہ صرف ایک طرف کے نصف کے لیے منحنی کھینچ لینا
کافی ہے کیونکہ مرکزی خط تشکل کے ستون پر ہے۔

شکل ۸۵ـ دو فصل، دایاں نصف

یہ معلوم رہے کہ مثبت خماؤ کا معیار وہ ہے جس سے شہتیر کے نچلے پہلو میں تناؤ پیدا ہو۔ اور منفی اس کے برعکس۔

آگے کے بیان میں ذیل کی ترقیم استعمال کی جائیگی:—

وح = زندہ بوجھ فی اکائی طول۔

وس = مردہ " "

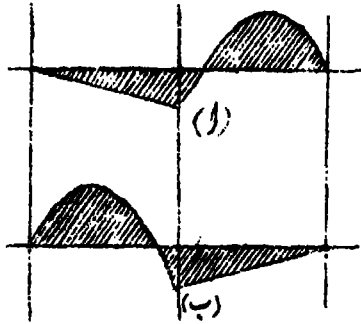
وم = مجموعی " " = وح + وس

شکل ۔ چار فصل ۔ دایاں نصف

شکل ۸۴ کو دیکھو جس میں دو فصل کے مسلسل شہتیر کے نصف کے میعار دکھائے گئے ہیں اس میں دائیں فصل کے آزاد سرے سے فاصلہ ۰ء۴ ل پر ایک نقطے پر غور کرو۔

منحنی کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ زندہ بوجھ کی وجہ سے جو میعار ہوگا وہ (+ ۰۹۵ء و ل۲) اور (− ۰۲۵ء و ل۲) کے درمیان ہوگا۔ اول الذکر قیمت اُس لداؤ کے مماثل واقع ہوتی ہے جس میں صرف دایاں خانہ لدا ہو۔ اس کے خماؤ کے میعار کا منحنی شکل ۸۵ (ا) میں دیا گیا ہے۔ دوسری قیمت بائیں خانے کے لدے ہونے کے مماثل ہے۔ میعار کا منحنی شکل ۸۵ (ب) کے مطابق ہوگا۔ اِن میعاروں کے علاوہ مردہ بوجھ کا میعار ہے جو منحنی کی رُو سے زیر بحث نقطے کے لیے ۰۷ء وش ل۲ ہے۔

اِن میعاروں کو ترکیب دینے سے حاصل ہوتا ہے کہ میعار ان حدود کے درمیان رہیگا۔

(۰۷ء وش ل۲ + ۰۹۵ء وج ل۲) اور (۰۷ء وش ل۲ − ۰۲۵ء وج ل۲)

شکل ۸۵ (ا) اور (ب)

خماؤ کے میعار کا منحنی جبکہ دو فصل نامساوی طور پر لدے ہوئے ہوں

ایک خاص صورت لو:—

وج = ۱۰۰۰ پونڈ فی طولی فٹ

وش = ۵۰۰ " "

تب میعار کی حدود یہ ہونگی

۳۵ ل۲ + ۹۵ ل۲ = + ۱۳۰ ل۲

اور　۳۵ ل۲ - ۲۵ ل۲ = + ۱۰ ل۲

اگر معیاروں کو وم ل۲ کی رقوم میں بیان کرنا ہو تو:-

۱۳۰ ل۲ = لا × ل۲ وم

جہاں لا = ۱۳۰/وم = ۱۳۰/۱۵۰۰ = ۰٫۰۸۷ یا ۱/۱۱٫۵

یعنی اس خاص نقطے پر وم اور وس کی اس خاص نسبت کے لیے اعظم مثبت معیار وم ل۲/۱۱٫۵ ہے۔ ظاہر ہے کہ اس صورت میں صرف پہلی قیمت کا لحاظ کافی ہے کیونکہ دوسری قیمت بھی مثبت ہے۔ البتہ ساکن بوجھ بہت تھوڑا ہو تو دوسری قیمت منفی ہوگی اور اس کا خیال رکھنا ہوگا کہ شہتیر کے اوپر کے پہلو میں کافی فولاد ہو جو اس تناؤ کا مقابلہ کر سکے۔

نیز T شہتیروں کے متعلق یہ یاد رکھنا چاہیے کہ سل صرف مثبت معیاروں کی مزاحمت کر سکتی ہے اور اس طرح ضروری ہے کہ فصل کے وسط میں شہتیر کے نچلے حصے میں فشاری زور دریافت کیا جائے خواہ منفی معیار مثبت معیار سے بہت ہی کم کیوں نہ ہو۔

یہ معلوم ہوگا کہ سہاروں کے قریب منفی معیاروں کا غلبہ ہوتا ہے۔

عام طور پر یہ مناسب ہے کہ کسی دی ہوئی مثال میں زندہ اور مردہ بوجھ کی دی ہوئی نسبت کے لیے شہتیر کے بہت سے نقطوں پر اعظم اور اقل معیار معلوم کیے جائیں اور ان کو ایک منحنی کی شکل میں ترسیم کیا جائے۔ کیونکہ اس کے بغیر یہ ظاہر نہیں ہوگا کہ زندہ اور مردہ بوجھ کے معیار کس حد تک ایک دوسرے کی تعدیل کرتے ہیں۔

نقطہ ۴٫ ل کے لیے ہم تفصیل سے حساب لگا چکے ہیں۔ اب ایک مکمل تختہ جدول (۱) میں دیا جاتا ہے۔

جدول ۱۱- اعظم اور اقل معیار - دو فصلوں کا مسلسل شہتیر سروں پر آزاد

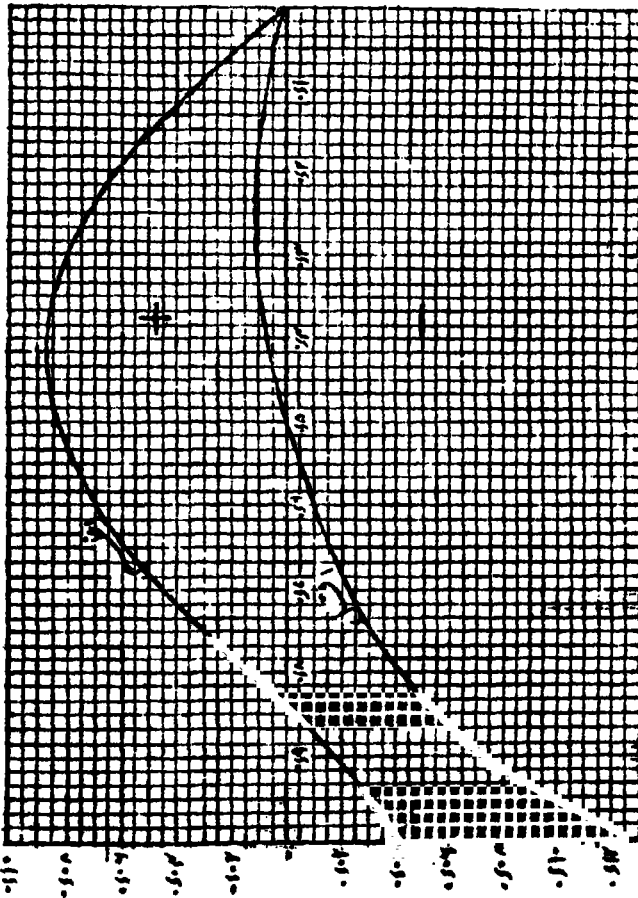
خاص صورت $ز = ۲ ش$

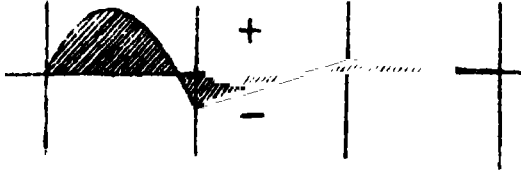
$م = ز + ش = ۳ ش$

از آزاد سرے سے فاصلہ	معیار شکل ہٹ کی رو سے			زندہ بوجھ کے معیار مردہ بوجھ کی رقوم میں		حاصل معیار (مردہ یا مجموعی بوجھ کی رقوم میں)			
	مردہ بوجھ	زندہ بوجھ				مردہ بوجھ کی رقوم میں		مجموعی بوجھ کی رقوم میں	
		اعظم	اقل	اعظم	اقل	اعظم	اقل	اعظم	اقل
ل	ش ل۲	ع ل۲	ع ل۲	س ل۲	س ل۲	س ل۲	س ل۲	م ل۲	م ل۲
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

۲	۰۵۵۰+	۰۴۶۰+	۰۱۲۵−	۱۲۵۰+	۰۲۵۰−	۱۹۰۰+	۰۲۰۰+	۰۴۳۳+	۰۱۰۰+
۳	۰۹۶۵+	۰۸۹۲+	۰۱۸۶−	۱۷۲۵+	۰۳۶۵−	۲۴۰۰+	۰۳۰۰+	۰۸۰۰+	۰۱۰۰+
۴	۰۶۰۰+	۰۹۵۰+	۰۲۵۰−	۱۹۰۰+	۰۵۰۰−	۲۶۰۰+	۰۲۰۰+	۰۸۶۶+	۰۰۶۶+
۵	۰۴۲۵+	۰۹۳۶+	۰۳۱۲−	۱۸۶۵+	۰۹۲۵−	۲۵۰۰+	۰	۰۸۳۳+	۰
۶	۰۷۵۰+	۰۸۲۵+	۰۳۶۵−	۱۹۵۰+	۰۶۵۰−	۳۱۰۰+	۰۳۰۰−	۰۶۰۰+	۰۱۰۰−
۷	۰۱۶۵+	۰۹۱۲+	۰۴۳۶−	۱۲۲۵+	۰۸۶۵−	۱۳۰۰+	۰۶۰۰−	۰۴۹۹+	۰۲۲۳−
۸	۰۲۰۰−	۰۳۰۰+	۰۵۰۰−	۰۹۰۰+	۱۰۰۰−	۰۴۰۰+	۱۲۰۰−	۰۱۳۳+	۰۴۰۰−
۹	۰۲۶۵−	۰۰۹۱+	۰۶۳۹−	۰۱۲۲+	۱۴۶۲−	۰۵۵۳−	۲۱۴۶−	۰۱۸۴−	۰۶۱۹−
۱۰	۱۲۵۰−	۰	۱۲۵۰−	۰	۲۵۰۰−	۱۲۵۰−	۳۶۵۰−	۰۴۱۶−	۱۲۵۰−

ان قیمتوں کو شکل ۹۹ میں ترسیم کیا گیا ہے۔ منحنی میں نظر آتا ہے کہ ع اور ق کی اس خاص نسبت کے لیے شہتیر میں مثبت معیار لا = ۰ سے لا = ۰۵ء ل تک ہو سکتے ہیں اور منفی معیار لا = ۵ء ل سے لا = ل تک (جہاں لا آزاد سرے سے فاصلہ ہے)۔ اس منحنی سے ایک نظر میں معلوم ہو سکتا ہے کہ کسی نقطے پر دونوں سمتوں میں مزاحمت کا معیار کیا ہونا چاہیے۔

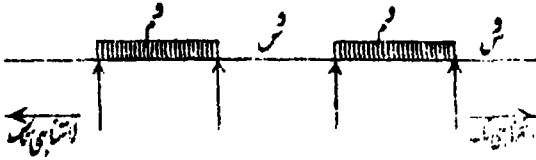
شکل ۹۹ - قطع کا سلسلہ شہتیر، سروں پر آزاد، ع = ۲ ق

اسی طرح کے منحنی ق اور ص کی اور نسبتوں اور فصلوں کی مختلف تعدادوں کے لیے کھینچا جاسکتا ہے۔ اِلکامی سلاخوں کے حقیقی موڑ تجویز کرتے وقت اس طرح کے منحنی کو ایک نظر دیکھنے سے معلوم ہو جائیگا کہ کسی نقطے پر نچلے پہلو سے کتنا فولاد موڑلیا جاسکتا ہے تاکہ باقی فولاد پر زور بے خطر حد سے نہ بڑھ جائے۔

شکل ۸۵ ، ۸۶ میں تین اور چار فصلوں کے لیے معیار دیے گئے ہیں۔ ان کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ زندہ بوجھ کے اعظم معیاروں کی قیمت سہارے پر مثبت ہے۔ لیکن یہ ظاہر نہیں کہ یہ لداؤ کی کس حالت کے تحت حاصل ہوگا۔ لیکن اس پر غور کرو کہ تین فصل ہیں، بایاں خالی ہے اور باقی دو لدے ہوئے۔ معیار کا منحنی شکل ۸۹ کے مطابق ہوگا اور دائیں سہارے پر مثبت قیمت ہو گی۔

شکل ۸۹ تین فصلوں کے لیے جھاؤ کے معیار کا منحنی، بیرونی خانہ لدا ہوا

اندرونی خانوں کے وسطی معیاروں کے آسان ضابطے

اوپر یہ کہا گیا ہے کہ اندرونی خانوں کی بحث شکل ۸۴، ۸۵، ۸۶ کے اعظم معیاروں کے منحنیوں کے ذریعے کی جائے۔ یہ ایک عمدہ طریقہ ہے کیونکہ ان سے نہ صرف کسی تراش پر مثبت اور منفی معیار کی قیمت معلوم ہوتی ہے بلکہ سلاخوں کو موڑتے وقت بھی بہت مدد ملتی ہے۔

اگر صرف وسطی معیار مطلوب ہو تو فصلوں کی تعداد لا انتہا لینے سے ایک آسان جملہ حاصل ہوتا ہے۔ جہاں تک وسط کا تعلق ہے لداؤ کی بدترین صورت یہ ہو گی کہ متبادل خانے لدے ہوں (شکل ۹۰)۔

(۱) یکساں منقسم بوجھ

شکل ۹۰ - یکساں پھیلا ہوا بوجھ متبادل خانوں پر

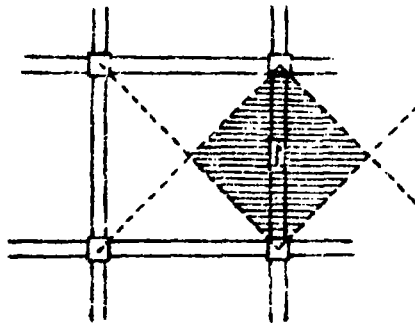
ضمیمہ (شق ۱۰) میں دکھایا گیا ہے کہ فصل کے وسط میں اعظم مثبت معیار

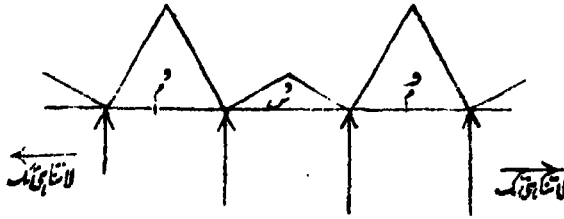
$$\text{م} = \frac{\text{وم ل}^2}{12} - \frac{\text{وس ل}^2}{24} = \frac{\text{و ل}^2}{12} + \frac{\text{وس ل}^2}{24}$$

اور اعظم منفی معیار یا اقل مثبت معیار

$$\text{م} = \frac{\text{وس ل}^2}{12} - \frac{\text{وم ل}^2}{24} = \frac{\text{وس ل}^2}{24} - \frac{\text{و ل}^2}{24}$$

(۲) بوجھ کی مثلثی تقسیم

بعض وقت شہتیر اس طرح بنائے جاتے ہیں کہ سلوں کی تقریباً مربع کشتیاں پیدا ہوں جو ہر طرف شہتیروں سے سہارے جائیں (شکل ۹۱)۔

شکل ۹۱

شہتیر ا پر بوجھ سایہ دار رقبہ کی وجہ سے ہوگا۔ اگرچہ اس شہتیر پر بوجھ کی تقسیم پورے یقین کے ساتھ معلوم نہیں لیکن عام طور پر سمجھا جاتا ہے کہ سروں پر صفر ہوتا ہے اور وسط کی طرف بتدریج بڑھ کر وسط میں اعظم ہوتا ہے۔ اس کو بوجھ کی مثلثی تقسیم کہتے ہیں۔

شکل ۹۲ء

چونکہ بوجھ فی طولی فٹ متغیر ہے اس لیے ضابطے کو مجموعی بوجھ کی رقوم میں بیان کرنا مناسب ہے۔ ایسے شہتیر کے لیے جس کے فصل لا انتہا ہوں اور تعداد لا۵ لدے ہوں (شکل ۹۲ء) اعظم مثبت وسطی معیار

$$\text{م} = \frac{\text{ل}}{96}\left(11\,\text{و}_{\text{م}} - 5\,\text{و}_{\text{س}}\right) = \frac{\text{ل}}{96}\left(11\,\text{و}_{\text{ح}} + 6\,\text{و}_{\text{س}}\right)$$ (ضمیمہ ا شق ۱۰)

اور اقل مثبت یا اعظم منفی معیار

$$\text{م} = \frac{\text{ل}}{96}\left(11\,\text{و}_{\text{س}} - 5\,\text{و}_{\text{م}}\right) = \frac{\text{ل}}{96}\left(6\,\text{و}_{\text{س}} - 5\,\text{و}_{\text{ح}}\right)$$

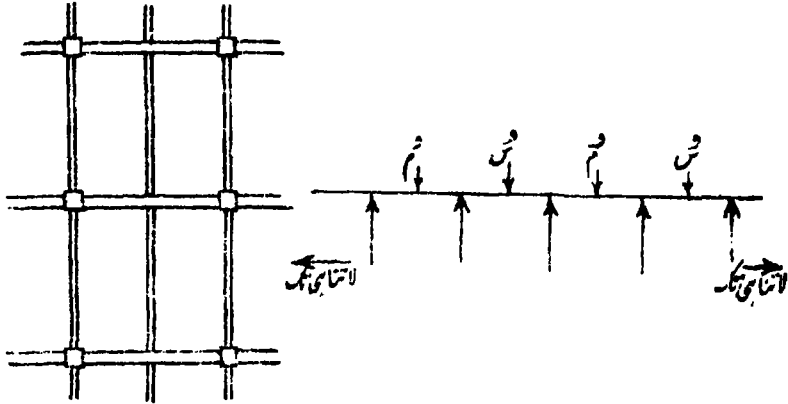
جہاں و = پورے فصل پر بوجھ (ساکن یا متحرک یا مجموعی)

دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ایک دیے ہوئے بوجھ کے لیے اس تقسیم سے یکساں تقسیم کی بہ نسبت زیادہ معیار حاصل ہوتا ہے۔

(۳) مرتکز بوجھ نیم فصل پر ———

شہتیروں پر مرتکز بوجھ پہیہ دار بوجھ سے یا کسی اَور بوجھ سے یا صدر شہتیر پر ثانوی شہتیر کے

۵ مردہ یا زندہ

ذریعے سے پڑ سکتے ہیں۔ (شکل ۹۳)۔

شکل ۹۳

حسب سابق ایک لا انتہا فصلوں کے شہتیر کا اندرونی خانہ لیا جائے تو (ضمیمہ ا شق ۱۳ کی رو سے) نیم فصل پر اعظم مثبت معیار

$$م = \frac{ل}{۱۶}\left(۳ و_م - و_س\right) = \frac{ل}{۱۶}\left(۲ و_ح + ۳ و_س\right)$$

اور اقل مثبت یا اعظم منفی معیار

$$م = \frac{ل}{۱۶}\left(۳ و_س - و_م\right) = \frac{ل}{۱۶}\left(۲ و_س - و_ح\right)$$

جہاں $و_م$ اور $و_س$ فصل کے مرکز پر مرتکز بوجھ ہے

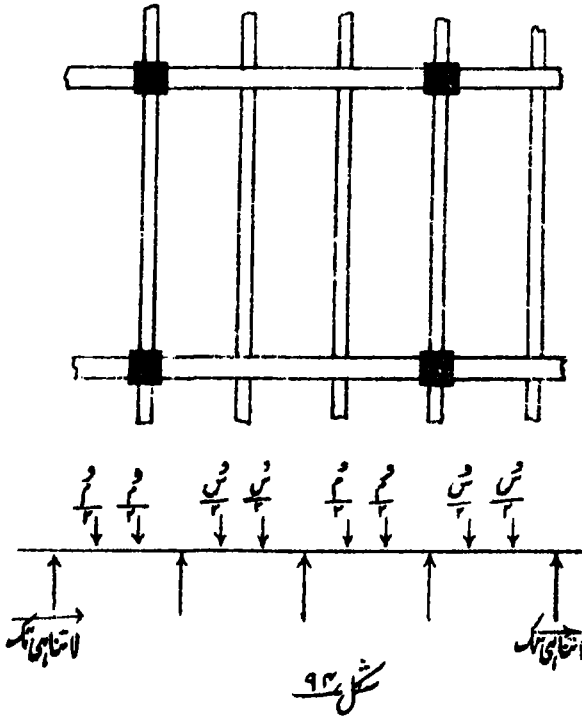
۴۔ دو مرتکز بوجھ نقاطِ تثلیث پر

——— یہ اکثر واقع ہوتا ہے مثلاً ایسے شہتیروں سے جن کا پہنہ فصل شہتیر کے فصل کا تقریباً دو تہائی ہو یا زیادہ خاص طور پر اس طرح کہ شہتیروں کا انتظام ہی ایسا ہو (شکل ۹۴)۔ اور یہ انتظام ۲۰ فٹ فصل کے

فرشوں میں بہت عام ہے۔

وم = مجموعی بوجھ صدر شہتیر پر

وس = ساکن بوجھ ” ”

شکل ۹۴

اب اگر ستون پر راست کوئی بوجھ نہ ہو تو بتبادلاً لدے ہوئے لاانتہا فصلوں کے لیے (شکل ۹۴) اعظم مثبت معیار

$$\text{م} = \frac{\text{ل}}{18}\left(2\,\text{وم} - \text{وس}\right) = \frac{\text{ل}}{18}\left(2\,\text{وح} + \text{وس}\right)$$ (ضمیمہ اشق ۱۶)

اور اقل مثبت یا اعظم منفی معیار

$$\text{م} = \frac{\text{ل}}{18}\left(2\,\text{وس} - \text{وم}\right) = \frac{\text{ل}}{18}\left(\text{وس} - \text{وح}\right)$$

سرے کے خانوں کے وسطی معیار

ان کو حاصل کرنے کا بہترین ذریعہ شکل ۸۴ تا ۸۶ کے منحنی ہیں۔ چار سے زیادہ فصلوں کے شہتیروں کے لیے چار فصلوں کے منحنیوں کو استعمال کیا جا سکتا ہے۔

بعض صورتوں میں یہ ممکن ہے کہ دیواری ستونوں سے تھوڑی قید حاصل ہو اور اس کی رعایت رکھی جا سکے۔ لیکن اینٹ کی دیواروں سے قابل لحاظ قید بہت کم حاصل ہوتی ہے کیونکہ خشت کاری میں کنکریٹ کو کھانچے کے اوپر تک بھرنا مشکل ہے اور دوسرے پورے بوجھ کے تحت انصراف کی مقدار بہت ہی قلیل ہوتی ہے۔

اندرونی ستونوں پر منفی معیاروں کے آسان ضابطے

یہ پایا جائیگا کہ عام طور پر شہتیر میں سہارے پر کا منفی معیار نیم فصل کے مثبت معیار سے زیادہ ہوتا ہے۔ اور شہتیر کو نچلے پہلو کے فشار کی مزاحمت میں سل سے کوئی مدد نہیں ملتی۔ اس وجہ سے یہ تقریباً ہمیشہ ضروری ہے کہ شہتیروں اور ستونوں کے درمیان کافی پہلو بنائے جائیں تاکہ مزاحمت کے معیار میں اضافہ ہو۔

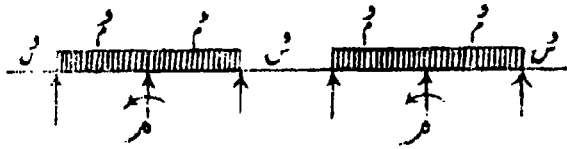
ان منفی معیاروں کی قیمت شکل ۸۴، ۸۵، ۸۶ کے منحنیوں سے حاصل ہوگی۔

عام طور پر قیمت $\frac{و ل^2}{12}$ لی جاتی ہے اور اگرچہ مختلف خانوں کے نامساوی لداؤ سے اس سے زیادہ معیار پیدا ہو سکتا ہے لیکن سہارے کے عرض کی وجہ سے خاؤ کے معیار کے منحنی کی نوک چپٹی ہو جاتی ہے اور اس طرح قیمت $\frac{و ل^2}{12}$ اختیار کرنے میں کوئی مضائقہ نہیں۔

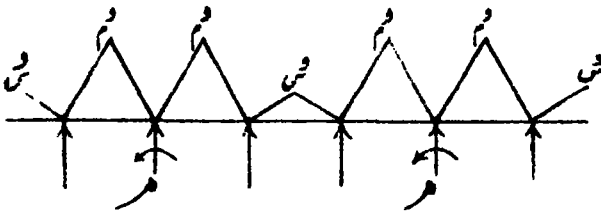
اس منفی معیار کی صحیح قیمت لاانتہا فصلوں اور مختلف لداؤں کے ساتھ

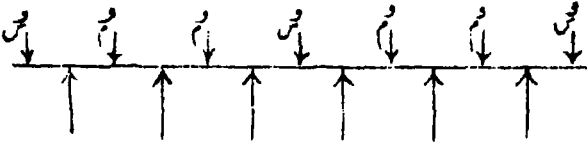
ضمیموں میں حاصل کی گئی ہے۔ بدترین صورت جس پر غور کرنے کی ضرورت ہے اور جس پر غور کیا گیا ہے وہ ہے جس میں دو متصل خانے لدے ہوئے اور ایک خانہ خالی تبادلاً واقع ہوں (شکل ۹۵)۔ اعظم منفی معیار ظاہر ہے کہ ان سہاروں پر ہوگا جو دو لدے ہوئے خانوں کے درمیان ہوں۔

ضمیموں کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ اس معیار کی قیمت مختلف صورتوں میں حسب ذیل ہے:-

(ا) یکساں منقسم بوجھ (شکل ۹۵)-----

شکل ۹۵

$$\text{م} = -\frac{\text{وح ل}^2}{9} - \frac{\text{وس ل}^2}{12} = -\frac{\text{وم ل}^2}{9} + \frac{\text{وس ل}^2}{36}$$ .... (ضمیمہ اشق ۱۱)

(ب) بوجھ کی مثلثی تقسیم (شکل ۹۶)-----

شکل ۹۶

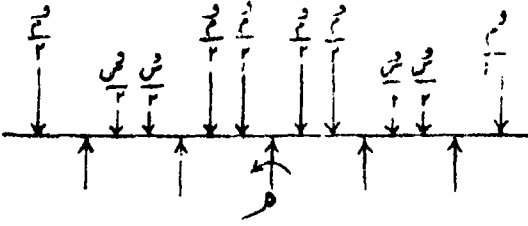
$$\text{م} = -\frac{5}{36}\,\text{وح ل} - \frac{15}{144}\,\text{وس ل} = -\frac{5}{36}\,\text{وم ل} + \frac{5}{144}\,\text{وس ل}$$ (ضمیمہ اشق ۱۲)

(ج) نیم فصل پر مرتکز بوجھ (شکل ۹۷)——

شکل ۹۷

$$م = -\frac{\text{وح ل}}{۶} - \frac{\text{وس ل}}{۸} - - \frac{\text{وم ل}}{۶} + \frac{\text{وس ل}}{۲۴}$$ ......(ضمیمہ اشق ۱۵)

(د) مرتکز بوجھ نقاطِ تثلیث پر (شکل ۹۸)——

شکل ۹۸

$$م = -\frac{\text{۴ وح ل}}{۲۷} - \frac{\text{وس ل}}{۹} = - \frac{\text{۴ وم ل}}{۲۷} + \frac{\text{وس ل}}{۲۷}$$ ......(ضمیمہ اشق ۱۷)

بیرونی ستونوں پر منفی معیار

اگر بیرونی ستون محکم کنکریٹ کے ہوں تو شہتیر کے ان کے ساتھ جوڑ پر کے معیار شکل ۸۴، ۸۵، ۸۶ کے منحنیوں سے نہیں مل سکتے کیونکہ یہ منحنی آزاد سروں کے شہتیروں کے لیے کھینچے گئے ہیں۔ لیکن شہتیر کو اس طرح تجویز کرنا چاہیے

کہ ان نقطوں پر منفی معیار بھی برداشت کر سکیں اور ان معیاروں کی قیمت وہی بیرونی

شکل ۹۹

صدر شہتیر کا نصف ارتفاع اور تراش بیرونی ستون کے اتصال پر

ستونوں کی ہوگی جو باب ، کے اصولوں سے معلوم ہو سکتی ہے۔

لیکن دیکھو کہ اگر ستون شہتیر کے اوپر بھی ہو اور نیچے بھی تو شہتیر کا منفی معیار ستون کے دونوں طبقوں کے معیاروں کا مجموعہ ہوگا۔

بیرونی ستونوں اور شہتیر کے جوڑوں کی تجویز میں خاص احتیاط کرنی چاہیے یہ تجویز کئی لحاظ سے مشکل ہے۔

ایک بڑی دقت تناؤ کی جانب کی سلاخوں کو کافی بندشی مزاحمت مہیا کرنے کی ہے۔ یہ جانب عموماً اوپر والی ہوتی ہے۔ شکل ۹۹ میں اس طرح کے جوڑ پر لگا کا

ایک انتظام دکھایا گیا ہے۔

شہتیر کی جسامت

جن لوگوں کو آہن کاری کی تجویز سے واسطہ رہتا ہے اُن کے لیے شہتیر کی جسامت ایک معین چیز ہے جو بوجھ اور فصل دیے ہوں تو ایک جدول سے آسانی سے حاصل ہوجاتی ہے۔ یہ دیکھ کر اچنبھا ہوتا ہے کہ ایک واحد تخصیص کے لیے مختلف کارخانے ایک محکم کنکریٹ کے شہتیر کی کتنی مختلف تجویزیں پیش کرتے ہیں۔

دیکھنے میں آئیگا کہ ایک ہی مضبوطی بہت مختلف جسامتوں سے حاصل ہوسکتی ہے۔ مثلاً ایک فرشی شہتیر پر غور کرو جس کا فصل ۲۵ فٹ اور جو ۶ فٹ عرض کی ایسی کشتی کو سہارتا ہے جس پر مجموعی بوجھ ۳۰۰ پونڈ فی مربع فٹ ہے۔ ان مقدمات سے اعظم خمائر کا معیار اور اعظم جزی قوت معلوم کیے جا سکتے ہیں۔

اب فرض کرو کہ فرش ۵ انچ موٹا ہے، جو ایک عام موٹائی ہے، اور یہ کہ اختیاری طور پر شہتیر کی جسامت سل کے نیچے ۱۴″×۲۴″ خالص ہے۔

دستور ہے کہ T شہتیر کی جسامت سل کے نیچے بیان کی جائے نہ کہ مجموعی۔

نیم فصل پر فولاد کا مطلوبہ رقبہ آسانی سے محسوب ہوسکتا ہے اور مڑی ہوئی سلاخوں اور رکابوں کا ایک انتظام دریافت ہوسکتا ہے جو باب ۴ کے اصولوں کے مطابق مطلوبہ جزی مضبوطی مہیا کرے۔ اس کا انتظام ضروری ہے کہ سہاروں کے قریب مزاحمت کا منفی معیار کافی ہو نہ صرف بالائی پہلو کے لیے جو تناؤ میں ہے بلکہ نچلے پہلو کے لیے بھی جو فشار میں ہے۔ یہ جو خاص صورت دی گئی ہے اس میں ایک پہلو ضروری ہے الا اس کے کہ فشار کی جانب کافی فولاد لگایا جائے۔

لیکن مطلوبہ مضبوطی کے لیے ایک ۱۰″×۱۲″ کا شہتیر بھی بنایا جا سکتا ہے۔ اس صورت میں نیم قطری بازو اوپر کے شہتیر سے کم ہوگا اور اس طرح نیم فصل کے قریب فولاد کا زیادہ رقبہ درکار ہوگا۔ ممکن ہے یہ بھی دریافت ہو کہ سل کا فشاری زور

بے خطر حد سے زیادہ ہو گیا ہے اور اس طرح تھوڑے فشاری فولاد کی ضرورت ہو۔ مطلوبہ جزی مزاحمت حاصل کرنے کے لیے مزید مڑی ہوئی سلاخوں اور مزید رکابوں کی ضرورت ہوگی اور سہاروں پر پہلو کو بڑا کرنے کی ضرورت ہوگی۔ لیکن ایسا کرکے شہتیر میں وہی قدر سلامتی پیدا کی جاسکتی ہے جو اوپر کے شہتیر میں تھی۔

اس طرح معلوم ہوگا کہ مجوز کو شہتیر کی جسامت کے انتخاب میں بہت آزادی ہے۔ پہلے پہل یہ خیال ہوسکتا ہے کہ لاگت کے لحاظ سے یہ انتخاب محدود ہوجائیگا لیکن یہ بھی نہیں۔ تپلے شہتیر کے لیے کم کنکریٹ اور قالب کی اور زیادہ فولاد کی ضرورت ہوگی اور خاص خاص حدود کے اندر اس لاگت کا فرق بہت خفیف ہوتا ہے۔ یہ ذیل کی مثال سے واضح ہوگا جس میں زور اس حد سے تجاوز نہیں کرنا چاہیے۔

ت = ۱۶۰۰۰ پونڈ فی انچ^2

ج = ۶۰۰ " "

تجویز ۱ — ۱۸ فٹ فصل کے آزادانہ سہارے ہوئے شہتیر پر ۲۰ ٹن کا مرتکز بوجھ ہے۔ موزوں شہتیر تجویز کرو۔

متحرک بوجھ کی وجہ سے خماؤ کا معیار

$$م = \frac{د ل}{۴} = ۲۴۲۰۰۰۰ \text{ انچ پونڈ}$$

اگر شہتیر فشار میں محکم نہ ہو تو فولاد کا فیصد

ف = ۰٫۶۷۵

لیا جاسکتا ہے۔ اس صورت میں

$$\frac{م}{ض گ^2} = ۹۵$$

اس طرح اگر شہتیر کے ساکن بوجھ کی رعایت رکھتے ہوئے مجموعی معیار ۳۰۰۰۰۰۰ انچ پونڈ لیا جائے تو

$$ض گ^2 = \frac{۳۰۰۰۰۰۰}{۹۵} = ۳۱۶۰۰ \text{ انچ}^3$$

اب شہتیر کی جسامت اس پر منحصر ہوگی کہ ض اور گ میں کیا تناسب اختیار کیا جاتا ہے۔ مثلاً اگر گ = ۳۰" لیا جائے تو

$$ض = \frac{۳۱۶۰۰}{۹۰۰} = ۳۵"$$

اگر گہرائی کو زیادہ کرکے عرض کو کم کریں تو اس سے بہت ہلکا شہتیر حاصل ہوگا۔ مثلاً گ = ۴۰" سے

$$ض = \frac{۳۱۶۰۰}{۱۶۰۰} = ۱۹٫۸" \text{ یا کہو } ۲۰"$$

$$\text{فولاد کا رقبہ } ا = \frac{۲۰ \times ۴۰ \times ۰٫۶۷۵}{۱۰۰} = ۵٫۴ \text{ انچ}^۲$$

فولاد کے لیے چھ $۱\frac{۱}{۴}"$ والی سلاخوں کا انتظام موزوں ہوگا اور اس شہتیر کا عرض بھی اتنا ہے کہ یہ سلاخیں ایک صف میں آجائیں۔
کنکریٹ کی پوشش $۲\frac{۱}{۲}"$ لی جائے تو مجموعی گہرائی ۴۳" ہوگی۔ اب یہ دیکھنا ضروری ہے کہ شہتیر کے ساکن بوجھ کی جو رعایت رکھی گئی وہ کافی تھی یا نہیں۔
وزن فی طولی فٹ

$$و = \frac{۱۵۰ \times ۲۰ \times ۴۳}{۱۴۴} = ۸۹۵ \text{ پونڈ فی طولی فٹ}$$

∴ ساکن بوجھ کی وجہ سے خماؤ کا معیار

$$م = \frac{و ل^۲}{۸} = \frac{۱۲ \times ۳۲۴ \times ۸۹۵}{۸} = ۴۳۵۰۰۰ \text{ پونڈ انچ}$$

متحرک بوجھ کی وجہ سے جو معیار حاصل ہوا ہے = ۲۴۲۰۰۰۰ ״ ״
∴ حقیقی مجموعی معیار = ۲۸۶۵۰۰۰ پونڈ انچ
اور یہ ہمارے اختیار کردہ معیار ۳۰۰۰۰۰۰ سے کچھ کم ہی ہے۔
اب جز کے نقطۂ نظر سے شہتیر کی مضبوطی پر غور کرو:—
متحرک بوجھ کی وجہ سے جز = ۲۲۴۰۰ پونڈ

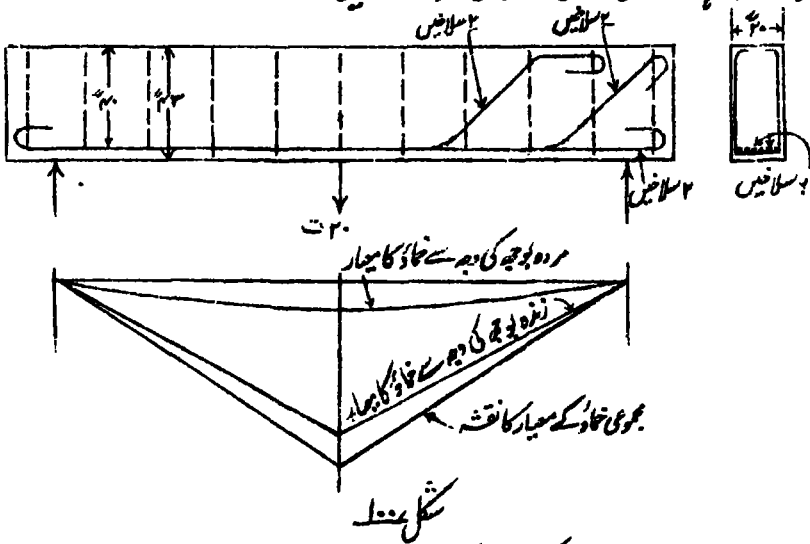
ساکن بوجھ کی وجہ سے جز = ۸۹۵۰ پونڈ

∴ مجموعی جز = ۳۱۳۵۰ "

شہتیر کا موثر رقبہ = ۴۰" × ۲۰" = ۸۰۰ مربع انچ

∴ جزی زور = $\frac{۳۱۳۵۰}{۸۰۰}$ = ۳۹ پونڈ فی انچ²

یہ بے خطر ہے اور کسی آہن کاری کی ضرورت نہیں۔

شکل ۱۰۱

البتہ مناسب یہ ہے کہ کم از کم چند سلاخوں کو دونوں سروں پر موڑ دیا جائے (شکل ۱۰۱) اور تمام سلاخوں کے سروں پر آنکڑا بنا دیا جائے۔ خماؤ کے معیار کے نقشے کو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ شکل میں جن نقاط پر سلاخوں کو موڑ دیا گیا ہے وہاں سلاخوں کو موڑا جا سکتا ہے بغیر اس کے کہ فولاد کا زور بے خطر حد سے تجاوز کرے۔

اب چپک کے مسئلے پر غور کرو۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ سہارے سے ۱۲" کے فاصلے پر خماؤ کا معیار ۳۳۰۰۰۰ پونڈ انچ ہے۔ نیم قطری بازو تقریباً ۰٫۸۸ × ۴۰ = ۳۵٫۲ اس لیے اس معیار کی مزاحمت کے لیے مطلوبہ مجموعی تناؤ

ت = $\frac{۳۳۰۰۰۰}{۳۵٫۲}$ = ۹۳۵۰ پونڈ

یہ سارا تناؤ دو $\frac{1}{8}$" والی سلاخوں کی چپک کو ۱۲ انچ کے طول میں برداشت کرنا ہے۔ اس طول کا سطحی رقبہ = ۲ × ۳٫۵۳ × ۱۲ = ۸۴٫۸ مربع انچ۔ چونکہ چپک اس رقبہ پر تقریباً مستقل ہوگی اس لیے

$$ر = \frac{۹۳۵۰}{۸۴٫۸} = ۱۱۰ \text{ پونڈ فی انچ}^۲$$

یہ اُس قیمت سے کچھ زیادہ ہے جو عام طور پر جائز رکھی جاتی ہے۔ لیکن اگر سلاخوں کے سرے اچھی طرح آنکڑے دار بنا دیے گئے ہوں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے تو یہ قیمت بے خطر ہے۔ کچھ رکابیں لگا دی جائیں تو چپک کی بے خطر قیمت اور جز کے خلاف محافظت اَور بڑھ جائیگی۔ ان کی موزوں تراش $\frac{1}{8}$ × ۴ ہوگی رکابیں U کی شکل میں مڑی ہوں اور مرکزوں کا فاصلہ ۲ فٹ ہو۔

اس خاص مثال میں یہ دکھایا گیا ہے کہ کنکریٹ کی جزی مضبوطی سلاخوں کو موڑے بغیر ہی کافی ہے۔ اس لیے ایک تبادل تجویز یہ ہوگی کہ چار سلاخوں کی بجائے صرف دو سلاخوں کو موڑا جائے اور شہتیر کے نچلے پہلو پر سرے پر چار سلاخیں باقی رہیں۔ اس طرح کرنے سے چپک کا زور آدھا رہ جائیگا کیونکہ فولاد کا دوگنا رقبہ میسر آئیگا اور مجموعی تناؤ جو برداشت کرتا ہے وہی رہیگا۔

تجویز ۲ — مثال ۱ ہی کے بوجھ اور فصل لو لیکن فشاری فولاد کا اضافہ کرکے گہرائی کو کم سے کم بنا دو اور عرض وہی رہے۔ اس کا سب میں آسان طریقہ یہ ہے کہ گہرائی کی ایک نسبت فرض کرلو، فشاری اِحکام کے محل کا تصفیہ کرو، پھر فشاری فولاد کا مطلوبہ رقبہ معلوم کرو۔ فرض کرو کہ

گ = ۳۰"

شہتیر کا ساکن وزن گھٹ جائیگا اور مجموعی خاؤ کا معیار بھی گھٹ جائیگا اس لیے یہ قیمت لو۔

م = ۲۸۰۰۰۰ پونڈ انچ

کنکریٹ میں ۶۰۰ اور فولاد میں ۱۶۰۰۰ پونڈ کا زور لینے سے نیم قطری بازو = ۰٫۸۸ × ۳۰ = ۲۶٫۴"

∴ مجموعی تناؤ = ت = $\frac{۲۸۰۰۰۰۰}{۲۶ ، ۴}$ = ۱۰۶۰۰۰ پونڈ

فولاد کا مطلوبہ رقبہ = ا ت = $\frac{۱۰۶۰۰۰}{۱۶۰۰۰}$ = ۶ ، ۶۳ انچ^۲

اس کے لیے چھ $\frac{۳}{۴}$" والی سلاخیں بہت کافی ہونگی۔

اب فشاری پہلو پر آؤ۔ مجموعی فشار ۱۰۶۰۰۰ پونڈ ہے۔ اختیار کردہ زوروں کے ساتھ تعدیلی محور کی گہرائی = ۳۶ ، ۳۰ × ۰ = ۶ ، ۱۰"

اس لیے کنکریٹ میں فشار = $\frac{ض ن چ}{۲}$ = $\frac{۶۰۰ × ۱۰ ، ۶ × ۲۰}{۲}$ = ۶۳۶۰۰ پونڈ

جس کے معنے یہ ہوئے کہ فولاد کو فشار ۴۲۴۰۰ پونڈ برداشت کرنا ہے۔ اگر فشاری فولاد کو شہتیر کے اوپر کے کنارے سے ۲" کے فاصلے پر رکھیں تو اس مقام میں کنکریٹ میں زور

چ = $\frac{۸ ، ۶ × ۶۰۰}{۱۰ ، ۶}$ = ۴۳۰ پونڈ فی انچ^۲

∴ فولاد پر زور = ۴۳۰ × ۱۴ = ۶۰۲۰ " "

∴ فشاری فولاد کا مطلوبہ رقبہ = $\frac{۴۲۴۰۰}{۶۰۲۰}$ = ۷ ، ۰۲ مربع انچ

چھ $\frac{۵}{۴}$" والی سلاخیں موزوں ہونگی اور ان سے اِحکام تشاکل بھی ہوجائیگا۔

یہاں یہ معلوم رہنا چاہیے کہ ان سلاخوں کے موثر ہونے کے لیے ضروری ہے کہ کنکریٹ کے باہر خمیا کر نکل جانے سے روکنے کے لیے ان کو شہتیر میں اندر باندھ دیا جائے۔ اِس صورت کے لیے بندشوں کا فصل گھٹا کر ۱۲ انچ کردیا جائے اور بالائی سرے اچھی طرح آغوش کیے جائیں۔

اب اِن دونوں تجویزوں کے شہتیروں کی لاگتوں کا باہم مقابلہ کرنے کے لیے ذیل کی قیمتیں اختیار کرلو:۔

کنکریٹ ۲۰ شلنگ فی مکعب گز

فولاد	۱۲ پونڈ فی ٹن
تختہ کاری	۴ شلنگ ۳ پنس فی مربع گز
رکابیں	۲۰ پونڈ فی ٹن

یہ قیمتیں جنگ کے پہلے کی ہیں لیکن قیمتوں کی باہمی نسبت اب بھی تقریباً وہی ہے۔

فرض کرو کہ شہتیر کو دونوں سروں پر ۸" کی مسند دی گئی ہے۔ اب دونوں شہتیروں کی مقداریں اور لاگتیں حسب ذیل ہونگی:—

مثال (۱)۔ شہتیر ۴۳" گہرا، ۲۰" چوڑا، اور مرکز پر چھ ۱/۲ ۱" والی سلاخیں۔

کنکریٹ:—

$$\frac{۴۳'' \times ۲۰''}{۱۴۴} \times \frac{۱٫۵ \times ۲ + ۲۰}{۲۷} = ۵٫۰۹$$ مکعب گز

فولاد:— فرض کرو کہ جو سلاخیں موڑ دی گئی ہیں اُن کے باقی سلاخوں سے جو سیدھی ہیں اور صرف سروں پر آنکڑے دار ہیں چھوٹے ہونے کی وجہ سے فولاد کی مجموعی مقدار اُس مقدار کی تقریباً ۹۰ فیصد ہوتی ہے جو تمام سلاخیں شہتیر کے پورے طول میں ہونے کی صورت میں ہوتی۔ تب فولاد کی مقدار

$$\frac{۰٫۹ \times (۱٫۵ \times ۲ + ۲۰) \times ۳٫۴ \times ۶}{۲۲۴۰} = ۰٫۱۸۸$$ ٹن

تختہ کاری:—

مسند کو تختہ کاری کی ضرورت نہ ہوگی۔

$$\frac{۲۰}{۹}\left(\frac{۲۰}{۱۲} + \frac{۴۳''}{۱۲} \times ۲\right) = ۱۹٫۶۲$$ مربع گز

رکابیں:—

فرض کرو کہ تعداد میں ۱۲ فی شہتیر ۹ فٹ لمبی درکار ہوتی ہیں

$$\frac{۰٫۴۲۶ \times ۹ \times ۱۲}{۲۲۴۰} = ۰٫۰۲۰۵$$ ٹن

مجموعی لاگت:—

				پونڈ	شلنگ	پنس
کنکریٹ	۹۰ء۵ مکعب گز	بحساب ۳۰ شلنگ		۷	۱۳	۰
فولاد	۱۹ء ٹن	"	۱۲ پونڈ	۲	۵	۰
تختہ کاری	۱۹ء۶۲ مربع گز	"	۲ شلنگ ۳ پنس	۲	۴	۰
رکابیں	۰۲۰۵ء ٹن	"	۲۰ پونڈ	۰	۸	۰
				۱۲ پونڈ	۱۰	۰

مثال۔(۲)۔ شہتیر ۳۳" گہرا، ۲۰" چوڑا، چھ چھ سلاخیں $\frac{1}{4}$ ۱" والی اوپر نیچے۔

کنکریٹ:۔

$$\frac{۲۰ \times ۳۳}{۱۴۴} \times \frac{۲۳}{۲۷} = ۳ء۹ \text{ مکعب گز}$$

فولاد:۔

اس صورت میں مڑی ہوئی سلاخوں کی وجہ سے کمی کی رعایت کے لیے فشاری فولاد کا ۶۰ فیصدی اور تفشی فولاد کا ۹۰ فیصدی یا پورے فولاد کا ۷۵ فیصدی لینے سے

$$\frac{۱۲ \times ۴ء۲۱ \times ۲۳ \times ۰ء۷۵}{۲۲۴۰} = ۳۹ء \text{ ٹن}$$

تختہ کاری:۔

$$(۲ \times \frac{۳۳}{۱۲} + \frac{۲۰}{۱۲}) \frac{۲۰}{۹} = ۱۵ء۹۲ \text{ مربع گز}$$

رکابیں:۔

$$\frac{۲۴ \times ۹ \times ۴۲۶}{۲۲۴۰} = ۰۴۱ء \text{ ٹن}$$

دوسرے شہتیر کی مجموعی لاگت

					پنس	شلنگ	پونڈ
کنکریٹ	۹،۳۰	مکعب گز	بحساب	۳۰ شلنگ =	۰	۱۷	۵
فولاد	۳۹،۰	ٹن	"	۱۲ پونڈ =	۰	۱۴	۴
تختہ کاری	۱۵،۹۴	مربع گز	"	۲ شلنگ ۳ پنس =	۰	۱۹	۱
رکابیں	۰،۰۴۱	ٹن	"	۲۰ پونڈ =	۰	۱۶	۰
					۰	۳	۱۳ پونڈ

دوسرے شہتیر کی لاگت پہلے سے ۱۳ شلنگ یا ۵ فیصدی زیادہ ہے۔

کنکریٹ کی تعمیر میں ارکان کی جسامت کے متعلق انتخاب کی جو آزادی ہے اُس کی وجہ سے کنکریٹ کی تعمیر کو بدصورت ہونے کی کوئی وجہ نہیں۔ اور کنکریٹ کی عادہ تجویز میں ایک عنصر ہے جو انجنیری کے میدان سے باہر ہے۔ عمدہ مجوز کو انجنیر سے بڑھ کر ہونا پڑتا ہے۔ اس کی آنکھ میں حسن کا مذاق ہونا چاہیے۔

اس لیے ہم اصل تجویز کو توحسن کاری اور دیگر ضروریات پر چھوڑ کر چند خالص فنی باتوں کا تذکرہ کرتے ہیں:—

(۱) شہتیر فصل کا لحاظ کرتے بہت اُتھل نہ ہو ورنہ بوجھ کے تحت بے جا طور پر منصرف ہوگا۔ آہن کاری کا عام قاعدہ ہے کہ

$$\frac{گ}{ل} \not< \frac{1}{۲۰}$$

اس کی بناء یہ ہے کہ انصراف ۱۶۰۰۰ پونڈ فی انچ^2 کے زور کے تحت فصل کے $\frac{1}{۴۰۰}$ سے زیادہ نہ ہو۔

کنکریٹ کے سروں پر آزادانہ سہارے ہوئے شہتیروں کے متعلق بھی یہی قاعدہ اختیار کیا جا سکتا ہے۔

کنکریٹ کے شہتیر میں زور ۱۶۰۰۰، ۶۰۰ ہوں تو اس کا انصراف اُس فولادی شہتیر سے کم ہوگا جس کی دونوں کوروں میں زور ۱۶۰۰۰ ہو کیونکہ انصراف اُس نسبت کے متناسب ہے جو زور کو تعدیلی محور سے فاصلے سے ہو۔ فولادی شہتیر کی صورت میں

یہ $\frac{۱۶۰۰۰}{\frac{گ}{۲}} = \frac{۳۲۰۰۰}{گ}$، اور کنکریٹ کے شہتیر میں فولاد سے ناپا جائے تو $\frac{۱۶۰۰۰}{۶۴ء گ}$،
اور کنکریٹ سے ناپا جائے تو $\frac{۱۵ \times ۶۰۰}{۳۶ء گ}$ ہے۔ دونوں پیمائشیں مساوی ہوں اور ان
کی قیمت $\frac{۲۵۰۰۰}{گ}$ ہے۔

اس کے علاوہ یہ بھی واقعہ ہے کہ اگرچہ تجویز میں سارا تناؤ شہتیر کو برداشت کرنا ہوتا ہے اور جہاں جہاں تڑق آجائے وہاں ایسا ہوتا بھی ہے لیکن تڑقوں کے درمیان تھوڑا تناؤ کنکریٹ بھی برداشت کرتا ہے اور اس طرح انصراف کسی قدر گھٹ جاتا ہے۔
یہی وجہ ہے کہ کنکریٹ کے شہتیر کے انصرافی امتحانوں میں فولادی گرڈر کے مقابلے میں زور کا اثر کم نمایاں ہوتا ہے۔
اگر شہتیر سروں پر مقید ہوں تو انصراف کم ہوتا ہے اس لیے ان حالات کے تحت $\frac{گ}{ل}$ کو گھٹایا جا سکتا ہے۔ عام طور پر یہ قاعدہ بنا سکتے ہیں کہ مسلسل شہتیروں میں عملی زوروں کے تحت $\frac{گ}{ل} = \frac{۱}{۱۲}$ سے انصراف مناسب حدود کے اندر رہیگا۔

(ب) شہتیر کی تراش جز کا لحاظ کرتے بہت کم نہ ہو۔
آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی رپورٹ (۱۹۰۷ء) میں $\frac{ج}{ض گ}$ کی حد ۱۲۰ بتائی گئی ہے لیکن ۱۹۱۱ء والی رپورٹ میں اس کا ذکر ہی نہیں۔

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ خیالی جالی دار گرڈر (دیکھو باب ۴) کا نفشی حصہ مڑی ہوئی سلاخیں ہوں یا رکابیں بہرصورت وتری فشاری ارکان جو گرڈر کا ایک لازمی جزو ہیں کنکریٹ ہی کو بننا پڑتا ہے۔ اس لئے ظاہر ہے کہ اگر $\frac{ج}{ض گ}$ بہت زیادہ ہو تو سلاخوں کے موڑوں پر کنکریٹ کے کچلاؤ سے جزی ناکارگی واقع ہوگی اگرچہ احکام اتنا زیادہ ہو کہ رکابوں اور مڑی ہوئی سلاخوں کے زوروں کو حد سے بڑھنے نہ دے۔
دقت یہ ہے کہ $\frac{ج}{ض گ}$ کی ایک مطلق حد بتانا مشکل ہے کیونکہ یہ

شہتیر کے حالات کے ساتھ بدلتی ہے۔ آزادانہ سہارے ہوئے شہتیر کے لیے جس کے سہارے پھیلے ہوئے ہوسکتے ہیں غالباً ۱۲۰ بے خطر قیمت ہے بشرطیکہ اِنکام اپنی تفصیلات میں قابلِ اطمینان ہو اور فولاد کا ایک کافی حصہ شہتیر کے سرے تک سیدھا جاکر دنری فشار کو برداشت کرتا ہو مسلسل شہتیروں میں خاص کر اگر لداؤ بہت نامساوی نہ ہو تو یہ بنسبت زیادہ کی جاسکتی ہے۔

لیکن بہر صورت رکابوں کی صورت میں یا مڑی ہوئی سلاخوں کی صورت میں اتنا فولاد ضرور ہونا چاہیے جو باب ۴ (صفحہ ۱۱۰) کے اصولوں کی رُو سے سارے جز کو برداشت کرلے۔ اُن مائل فشاروں کی تھوڑی رعایت رکھنی پڑیگی جو بعض مقامات پر واقع ہوتے ہیں، اور جن کی کافی مزاحمت ہوجاتی ہے۔

سہاروں کے نامساوی بٹھاؤ سے شہتیروں میں مثبت میعاروں میں اضافہ

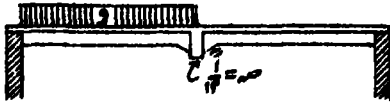
گزشتہ صفحات میں میعاروں کی قیمتیں اس مفروضے پر حاصل کی گئی ہیں کہ سہارے لداؤ کے بعد ایک ہی اضافی ارتفاع پر رہتے ہیں۔ لیکن درحقیقت یہ صحیح نہیں اس لیے ضروری ہے کہ اس مفروضے میں غلطی کی مقدار معلوم کی جائے مثلاً بعض ستون خاص خاص لداؤں کے تحت زیادہ زور میں رہینگے اور اس طرح زیادہ پچکاؤ میں ہونگے۔ ۵۰ فٹ لمبے ستون میں ۵۰۰ پونڈ فی انچ ۲ کے زور کے تحت

$$\text{تقصّر} = \frac{۵۰۰ \times ۱۲ \times ۵۰}{۲۰۰۰۰۰۰} = ۰۱۵ \text{ انچ}$$

دو ستونوں کا اضافی تقصّر اس سے کم ہوگا۔

اگر بنیادیں ناقص ہوں تو اضافی دھساؤ بہت زیادہ ہوسکتا ہے۔ لیکن ہوشیار انجینیر محکم کنکریٹ کی عمارت کی بنیادوں کو بیش بار نہیں کریگا اس لیے ہم اس صورت پر غور نہیں کرینگے۔

سہاروں کے نامساوی طور پر بیٹھنے کی ایک اور وجہ وہ انصراف ہوسکتا ہے جو صدر شہتیر میں ثانوی شہتیروں کے سروں سے ہو۔ اس مسئلے کو تفصیل سے

دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ اس وجہ کے تحت فصل اور لداؤ کے معمولی حالات میں سہاروں کا اضافی بٹھاؤ $\frac{۱}{۱۲}$ انچ تک ہوسکتا ہے اور مناسب ہے کہ اس کا اثر زوروں پر معلوم کیا جائے۔

چونکہ مضمون پیچیدہ ہے اس لیے صرف ایک مثال لی جائیگی۔ دو فصلوں کے ایک شہتیر پر غور کرو۔ سرے دیواروں پر ہیں (جن کو غیر فشار پذیر سمجھا جائے) اور مرکز ایک صدر شہتیر سے سہارا گیا ہے جس میں $\frac{۱}{۱۲}$ انچ کا انصراف پیدا ہوتا ہے (شکل ۱۰۱)۔

صہ = $\frac{۱}{۱۲}$ انچ

شکل ۱۰۱

دو فصل کے شہتیر کے وسطی سہارے کا انصراف

صرف بایاں فصل لدا ہو تو مرکز پر معیار ہوگا جس کو معمولی طریقے سے محسوب کیا جاسکتا ہے۔ صدر شہتیر کے انصراف سے ثانوی شہتیر کے منفی معیار میں کمی واقع ہوگی اور لدے ہوئے حصے کے مثبت معیار میں اضافہ۔ اس اضافے کی مقدار مطلوب ہے۔

اس سے بحث ضمیمہ اشق ۲۰ میں کی گئی ہے جہاں بتایا گیا ہے کہ ساکن بوجھ کو نظر انداز کریں تو مثبت معیار

$$\text{م} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{۴۹}{۲۵۶}\,\text{و ل}^{۲} + \frac{۹\,\text{ع}^{۲}\text{جد}^{۲}\text{صہ}^{۲}}{\text{و ل}^{۶}} - \frac{۲۱}{۸}\,\frac{\text{ع جد صہ}}{\text{ل}^{۲}}\right)$$

اِس جملے کی آخری دو رقموں اور پہلی رقم کی نسبت صدر شہتیر کے انصراف سے پیدا ہونے والے معیار کا ایک ناپ ہے۔ ساکن بوجھ کو نظر انداز کرنے سے اگرچہ مثبت معیار کی قیمت پر اثر پڑتا ہے لیکن انصراف کی وجہ سے جو اضافہ ہوا ہے اس پر اثر نہیں پڑتا۔

موجودہ مثال میں فرض کرو صہ = $\frac{۱}{۱۲}$ انچ

ل = ۲۱ فٹ

متحرک بوجھ = ۲۰۰ پونڈ فی فٹ^۲

ثانوی شہتیروں کا باہمی فاصلہ = ۷ فٹ

تب و = ۲۰۰ × ۷ = ۱۴۰۰ پونڈ فی فٹ

ثانوی شہتیر ۲۰" خالص گہرائی کا لیا جائے تو موزوں تجویز سے

ع جہ = ۱۵٫۶ × ۱۰^۹ پونڈ انچ^۲

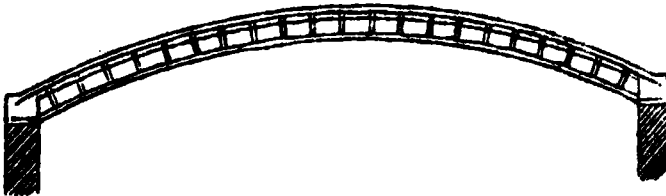
تمام معلومہ قیمتوں کو اوپر کے م کے جملے میں مندرج کرنے سے

م = (۷۱۰۰۰ + ۳۰۰۰ + ۲۴۰۰۰) پونڈ انچ

اس طرح انصراف کے اثر سے مرکزی میعار بقدر ۷۰۰۰ ۲ کے یعنی ۸ ٫ ۳۲ فیصدی بڑھ گیا۔

خمیدہ شہتیر

خمیدہ شہتیروں کی مضبوطی کے حساب میں بہت سے دلچسپ مسائل پیش آتے ہیں اور ریاضیات کا مذاق رکھنے والے طالب علم کو خاص طور پر دلچسپی ہوگی۔ ان میں سے بعض مسائل بہت اہم ہیں اور تجویز پر ان کا بہت اثر پڑتا ہے اس لیے یہاں ہم انہیں بیان کرینگے۔

پہلے ایک خمیدہ شہتیر پر غور کرو جس میں تناؤ کا پہلو مقعر ہے مثلاً شکل ۱۰۲ کا چھت کا شہتیر۔ اگر دیواریں بڑے دھکیل کو برداشت نہ کرسکیں تو شہتیر کے اندر تناؤ کا میعار اتنا ہوگا جتنا شہتیر کے محرابی شکل کا نہ ہونے کی صورت میں ہوتا۔ اور نچلے رکن کا تناؤ معمولی طریقے پر معلوم ہو سکتا ہے۔

شکل ۱۰۲ - خمیدہ شہتیر

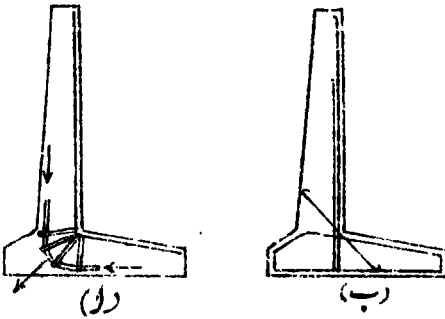
اگر خاص اہتمام نہ کیا جائے تو تناؤ سلاخیں سیدھی ہوجانے کا میلان رکھینگی اور ان کے نیچے جو کنکریٹ کی پوشش ہے اس کو توڑ پھوڑ کر نکل جائینگی۔ اس کو اس طرح روکا جاسکتا ہے کہ ان کے سارے طول میں تھوڑے تھوڑے فاصلے سے رکابیں لگا دی جائیں۔ ان رکابوں کا حساب تناؤ اور انحنا کی رقوم میں آسانی سے ہوسکتا ہے۔ یہ رکابیں اُن رکابوں کے علاوہ ہونگی جو جز کے لیے رکھی جاتی ہیں۔

اوپر جو محرابی شہتیر دکھایا گیا ہے اُس کا انحنا اتنا کم ہے کہ ان مزید رکابوں کی بہت کم تعداد کی ضرورت ہوگی۔ لیکن بعض وقت ایسا ہوتا ہے کہ حقیقی انحنا اتنا باقاعدہ نہیں ہوتا جتنا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے کیونکہ سلاخیں نقل و حرکت اور کانٹے پر لٹکا کر لے جانے میں مڑ جاتی ہیں اور ان صورتوں میں انحنا بعض نقطوں پر اس سے زیادہ ہوگا جس کا کہ مجوز کو گمان ہے۔ سیدھے شہتیروں میں بھی یہ ایک حد تک صحیح ہے۔

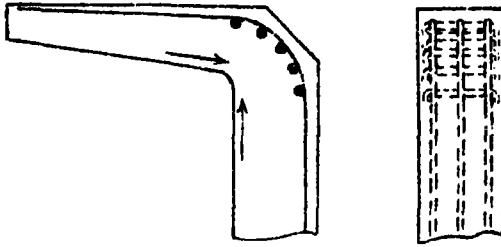
اس وجہ سے مناسب ہے کہ رکابوں کے حساب میں تھوڑی گنجائش رکھی جائے۔

تعمیر کے مقعر پہلو پر تناؤ کے رکن کی بندش تھوڑے انحنا کی صورت میں تو آسان ہے لیکن انحنا بہت تیز ہو تو یہ بڑا مشکل مسئلہ ہے۔ مثال کے طور پر اگر پشتہ دیوار کو محکم کیا جائے تو یہ بات وہاں پیش آئیگی (شکل ۱۰۳(ا)) ۔۔۔ مطلوبہ رکابوں کا رقبہ بہت بڑا پایا جائیگا اور عام طور پر بہت مشکل ہوگا کہ ان رکابوں کو کافی بندش مہیا کی جائے۔ اس کے علاوہ جب اس بات پر نظر جاتی ہے کہ ممکن ہے کوئی رکاب لگانے سے رہ جائے یا ہٹ جائے تو ہم یہ رائے دینے پر مجبور ہوتے ہیں کہ خاص خاص صورتوں کو چھوڑ کر یہ طریقہ خطرناک ہے اور اس صورت میں (شکل ۱۰۳(ب)) کے انتظام کی رائے دیتے ہیں۔ یہ تالابوں وغیرہ کے برآمدہ بیرونی پہلوؤں کے لیے بھی درست ہے۔

لیکن اگر کسی وجہ سے شکل ۱۰۳(ا) ہی کا انتظام اختیار کیا جائے تو ایک بات قابلِ غور ہے۔ انتصابی تختی کے سامنے اور ایڑی کے قاعدے پر جو فشاری

قوتیں ہیں اور جو شکل میں تیروں سے دکھائی گئی ہیں ان کا ایک حاصل ان کے نقطۂ ت
یں سے ہوگا اور یہ بھی تیر سے دکھایا گیا ہے۔ معلوم ہوگا کہ اس حاصل کی مقد

شکل ۱۰۳۔ کونے دار موڑ کے شہتیر کا اِحکام

اس نقطے پر زمین کے اوپر وار دباؤ سے زیادہ ہے اور رکابوں کے تناؤ کی وجہ
اس طرح تعادل میں ہے کہ دباؤ کا منحنی ایک دائری راستہ اختیار کرتا ہے جو ش
دکھائی ہوئی سلاخ کے مشابہ ہے۔ اس سے فشاری رقبے میں رکابوں کی عمد
کی اہمیت واضح ہوگی۔ اور اس بندش کو حاصل کرنے کا بہترین طریقہ غالبہ
کہ رکابوں کو منحنی سلاخ کے گرد موڑا جائے۔ اور یہ سلاخ اتنی بڑی ہو کہ د
کنکریٹ کے ایک کافی بڑے رقبے پر تقسیم کرے تاکہ سندی دباؤ بے
بہرصورت یہ مناسب ہے کہ تناؤ کے رکن کے موڑ کو جتنا تدریجی
بنایا جائے۔ اس کے لیے ایک پہلو کی ضرورت ہوگی جو دائری ہو اگر ممکن ہے
پہلو مناسب نہ سمجھا جائے تو پھر بھی سلاخ کا انحنا بہت ہی دھیما ہو اور شہتیر
کو اصلی گہرائی سے کسی قدر کم سمجھا جائے۔
اب ایک خمیدہ شہتیر پر غور کرو جس میں تناؤ کا رُخ محدب پہلو پر ہے
فشاری رُخ مقعر ہے مثلاً شکل ۱۰۴۔

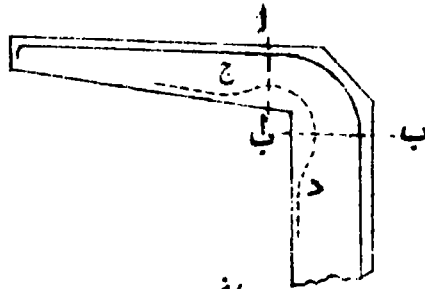
اس صورت میں موڑ پر تناؤ سلاخوں کا انحنا نیم قطری فشاری قوتیں پیدا کریگا جن کا

شکل ۱۰۷۔ کونے دار موڑ کے برآمدہ بیرم کا اِحکام

تعادل صدر فشاروں کے حاصل سے ہوگا جو شکل میں تیروں سے دکھائے گئے ہیں۔
اگر موڑ کا محل احتیاط سے منتخب کیا جائے تو بہ کوئی بڑے ثانوی زور پیدا کیے بغیر ایک دوسرے کا تعادل کرینگے۔ لیکن یہ ضروری ہے کہ تنشی سلاخوں کے انحنا کا نصف قطر بڑا رکھا جائے اور اس کی مقدار کا تعین اس سے ہو کہ کنکریٹ کا بے خطر مسندی دباؤ کیا ہونا چاہیے (دیکھو صفحہ ۹۶)۔ یہ بات خاص طور پر اہم ہو جاتی ہے جب کہ تنشی سلاخیں چھوٹے عرض کی پسلیوں میں ہوں۔ کیونکہ اس صورت میں گول سلاخ پر کا مسندی دباؤ پھٹاؤ پیدا کرنے کا رجحان رکھیگا۔ اس دباؤ کو گھٹانا ہو اور اس دباؤ سے جو پھٹاؤ پیدا ہوتا ہے اس کو روکنا ہو تو موڑ کے اندرونی جانب ایسی سلاخیں مہیا کی جائیں جن کے سرے مڑے ہوئے یا آنکڑے دار ہوں۔

اگر نیویر[1] کا یہ مفروضہ تسلیم کیا جائے کہ خماؤ کے بعد مستوی تراشیں مستوی رہتی ہیں تو تحلیل سے معلوم ہوتا ہے کہ نوکدار موڑوں کی مضبوطی بہت کم بلکہ صفر ہوتی ہے لیکن تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ اگرچہ مضبوطی میں کمی واقع ہوتی ہے لیکن اتنی نہیں جتنی کہ نیویر کے مسئلے سے معلوم ہوتی ہے۔ اس لیے معلوم ہوا کہ یہ مسئلہ نوکدار موڑوں پر صحیح نہیں۔

البتہ یہ ضرور ہے کہ نوکدار موڑوں سے جہاں تک ہو سکے حذر کیا جائے۔

[1] Navier

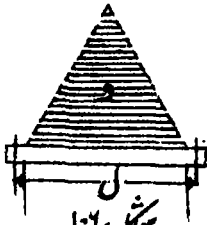
اور جہاں ممکن ہو ایک پہلو لگا یا جائے۔ اگر فشاری پہلو پر نوکدار موڑ ہو تو اغلب ہے کہ دباؤ کے منحنی کٹنی کے گرد ایک منحنی بنائیں جیسا شکل ع۱۰۵ میں دکھایا گیا ہے۔

شکل ع۱۰۵

فشاری پہلو پر کونے دار جوڑ کے لیے دباؤ کا منحنی

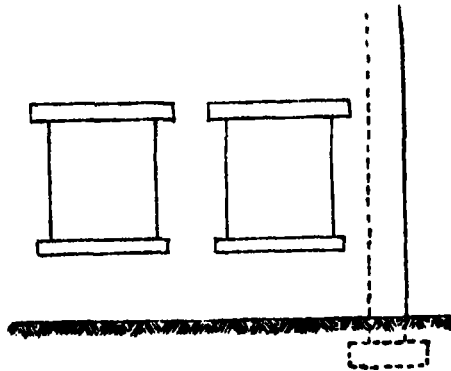
یہ واقعہ کہ اس سے مضبوطی گھٹ جائیگی اس طرح معلوم ہوتا ہے کہ ستونوں ۱۱ اور ب ب پر گہرائی گھٹ گئی ہے۔ اور اس بات کی رعایت رکھنی چاہیئے۔ اس انحنا کے لیے ضروری ہے کہ مخالف قسموں کے انحنا ج اور د پر ہوں اور اس طرح ضروری ہے کہ ان مقامات پر رکابیں لگائی جائیں۔ اس کو ایک عام قاعدہ سمجھو کہ شہتیروں میں موڑوں کے قریب رکابیں فیاضی کے ساتھ لگانی چاہییں تاکہ کہیں کمزوری ہو تو وہ دور ہو جائے۔

داسے

کسی دیوار میں داسے مستطیلی شہتیر کی ایک خاص صورت ہیں اور خماؤ کا معیار معین ہو جائے تو ان کی بحث میں کوئی دقت پیش نہیں آتی۔ خماؤ کے معیار کے حساب میں دستور ہے کہ دیوار کے ایک وزن کی رعایت رکھی جائے۔ یہ وزن افق سے ۶۰° بنانے والے دو خطوط سے گھرا ہوگا (شکل ع۱۰۶)۔ فرض یہ کیا جاتا ہے کہ ان خطوط کے باہر کی دیوار اپنے آپ کو محرابی عمل کے ذریعے سہار سکتی ہے۔ اگر دیوار کے اس مثلثی حصے کا وزن و ہو اور داسے کا فصل ل (شکل ع۱۰۶) تو

Side ـه   haunch ـے

خماؤ کا معیار و ل/۶ سمجھا جا سکتا ہے۔ داسے کے اپنے ساکن وزن کی وجہ سے جو معیار ہوگا وہ اس میں جمع کرنا ہوگا۔ اگر داسا دیوار کے سرے کے قریب ہو خاص کر اگر داسے کے نیچے کشادگی کا ارتفاع زیادہ ہو (شکل ۱۰۷) تو ممکن ہے کہ دیوار محرابی عمل نہ پیدا کر سکے جو ۶۰° پر کے

شکل ۱۰۶
دیوار کے اندر کا داسا

نقطہ دار خط کے اوپر کی تمام خشت کاری کو سنبھالنے کے لیے ضروری ہے۔ اس طرح مناسب ہے کہ اس طرح کے سرے کے داسے کے لیے زیادہ خماؤ کا معیار اور حز ٰ مانا جائے۔ اگر داسے سانچوں میں بنائے جائیں اور بعد میں اپنی جگہ پر رکھے جائیں تو اس کا خاص طور پر خیال رکھنا چاہیے کہ اُن کا جو پہلو اوپر وار رہنا ہے وہ اوپر رہے اور جو نیچے کو رہنا ہے وہ نیچے رہے کیونکہ ان میں عام طور پر اِحکام صرف ایک پہلو میں رہتا ہے اور اگر غلطی سے الٹا رکھ دیا گیا تو ان کی مضبوطی محض صفر ہوگی۔

شکل ۱۰۷
دیوار کے کنارے کے قریب کا داسا

سلیں

کنکریٹ کی سِل جو ایک عمارت کے فرش کے طور پر ہو مستطیلی شہتیر کی ایک خاص صورت ہے جس کا عرض بہت بڑا ہے۔

خماؤ کے معیار

خماؤ کا معیار مسلسل شہتیر کی طرح باب ۸ کے اصولوں سے معلوم ہو سکتا ہے اور زور باب ۲ کے طریقوں سے محسوب ہو سکتے ہیں۔ لیکن ذیل کے نکات کا لحاظ رکھا جائے:۔

(۱) شہتیر کے خانہ ۲ میں نیم فصل پر اعظم مثبت خماؤ کا معیار معلوم کرتے وقت (شکل ۸ء۱۰) یہ فرض کیا گیا تھا کہ خانے ۱، ۳ خالی ہیں کیونکہ اس صورت میں خانہ ۲ میں خماؤ کا معیار اعظم ہوتا ہے۔ لیکن اس کے ساتھ ہی یہ بھی فرض کیا گیا تھا کہ خانوں ۱، ۳ میں شہتیر کے بالائی پہلو میں اتنا فولاد ہے کہ اس منفی معیار کو برداشت کر سکے جو لداؤ کی اس حالت کے تحت ان خانوں میں پیدا ہو۔ اور شہتیر کی صورت میں یہ فولاد بہم پہنچانے میں کوئی دِقّت نہیں۔ سلوں کی صورت میں بھی کوئی دِقّت نہیں۔ بہت سی باتوں کا لحاظ کرتے یہ بہترین تجویز ہے اور

ترقق پیدا ہونے کا بہت کم احتمال ہے۔ لیکن بہت سے لوگ سلوں میں بالائی فولاد کا خیال نہیں رکھتے۔ ہم اب اس پر غور کرینگے کہ اس کا کیا اثر ہوتا ہے۔

۱ ۲ ۳

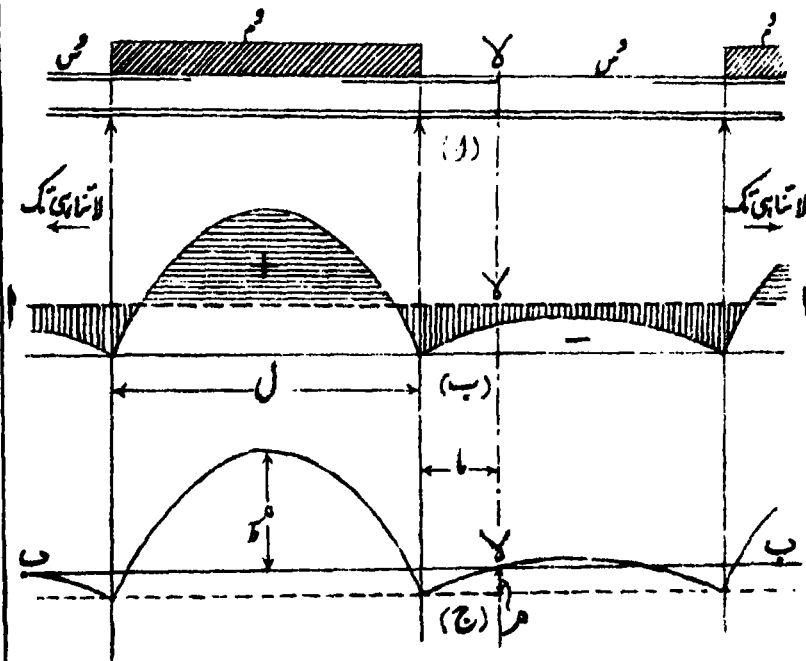
شکل ۱۰۸

خماؤ کے معیار کا منحنی تین فصل کے لیے۔ وسطی خانہ لدا ہوا۔

اگر صورت حال یہ ہو کہ ان خانوں میں بالائی فولاد نہ ہو تو کسی خانے کے اعظم خماؤ کا معیار باب ۸ کی شکلوں ۸۴، ۸۵، ۸۶ کے ذریعے محسوب نہیں کرنا چاہیے کیونکہ اب متصل فصل اُس منفی معیار کو برداشت کرنے کے قابل نہیں جو ان منحنیوں کو کھینچتے وقت مانے گئے تھے۔ اور نیم فصل پر خماؤ کا معیار ان منحنیوں سے زیادہ ہوگا۔ یہ سلوں میں اور زیادہ اہم ہے کیونکہ ساکن اور متحرک بوجھ کی نسبت سلوں میں شہتیروں سے (جو ان سلوں کو سہارتے ہیں) کم ہوتی ہے اور ساکن بوجھ کا اثر نیم فصل کے نزدیک کے ان منفی معیاروں کو گھٹاتا ہے۔

عام طور پر بالائی فولاد سہارے سے ایک فاصلے تک بہم پہنچایا جاتا ہے جو فصل کا ⅓ یا ¼ ہوتا ہے۔ اور اس کا حساب ممکن ہے کہ لداؤ کے ناموافق حالات کے تحت اور ساکن اور متحرک بوجھوں کی مختلف نسبتوں کے لیے سہارے پر منفی معیار کس حد تک لیا جاسکتا ہے۔

فصلوں کی تعداد لا انتہا کے ایک حصہ لینے سے بہت آسانی ہو جاتی ہے شکل ۱۰۹ (ا)۔ بدترین صورت یہ ہے کہ خانے متبادلاً لدے ہوں۔ اس صورت کے لیے خماؤ کے معیار کا منحنی کسی موزوں پیمانے پر شکل ۱۰۹ (ب) کی طرح کھینچا جاسکتا ہے۔ صرف ایک بات نامعلوم رہتی ہے اور وہ یہ کہ محور (ا) کا محل کیا ہو جو

مثبت اور منفی معیار کی تعیین کرے۔ تشاکل سے ظاہر ہے کہ موجودہ صورت میں اس کو افقی ہونا چاہیے۔ کسی شہتیر میں جو ہر معیار کی مزاحمت کے قابل ہو اس محور کے محل کا تعین لچک کے لحاظات سے ہوگا جس کا کہ باب ۸ میں خاکہ دیا گیا ہے۔ اور شکل ۱۰۹ (ب) میں اس کو نقطہ دار خط ا ا سے ظاہر کیا جا سکتا ہے اس سے ساکن اور مجموعی بوجھوں کی معمولی نسبتوں کے لیے خالی خانوں میں جو منفی معیار ہوگا وہ بھی شکل میں دکھایا گیا ہے۔

شکل ۱۰۹
سلوں پر خاؤ کا معیار

لیکن چونکہ ایک سل کا مزاحمت کا منفی معیار نقطہ لا پر صفر ہو جاتا ہے اس لیے سل نقطہ لا پر مغلوب اور منفی معیار سے آزاد ہو جائیگی۔ اس کا اثر یہ ہوگا کہ صفر معیار کا خط اتنا نیچے اتر آئیگا کہ لا پر معیار صفر ہو جیسا کہ شکل ۱۰۹ (ج) میں

خط ا ب سے دکھایا گیا ہے۔ اس طرح روکنے والے معیار کی مقدار م رہ جاتی ہے شکل ۱۰۹ (ج) اور اس کو آسانی سے محسوب کیا جا سکتا ہے :-

فرض کرو کہ نقطہ لا (بالائی فولاد کی حد) سہارے سے فاصلہ ما پر ہے۔ چونکہ نقطۂ انعطاف پر معیار صفر ہوتا ہے اس لیے شہتیر ایک آزادانہ سہارے ہوئے شہتیر کے معادل ہے جس کا فصل ل-۲ ما ہے اور جو طول ما کے دو برآمدہ بیرموں سے سہارا ہوا ہے۔

وسطی شہتیر کا ردِ عمل برآمدہ بیرموں کے سروں پر

$$ر = \frac{وس}{۲} (ل - ۲ ما)$$

اس لیے برآمدہ بیرم میں اس کی وجہ سے معیار = ر ما = $\frac{وس ما}{۲}$(ل-۲ ما)

اور برآمدہ بیرم میں پھیلے ہوئے ساکن بوجھ کی وجہ سے معیار = $\frac{وس ما^۲}{۲}$

$$\therefore \quad م = \frac{وس ما}{۲}(ل - ۲ ما) + \frac{وس ما^۲}{۲}$$

$$= \frac{وس ما}{۲}(ل - ما)$$

$\therefore$ لدے ہوئے خانے کے وسط میں معیار

$$م_ط = \frac{وم ل^۲}{۸} - \frac{وس ما}{۲}(ل - ما)$$

$$= وم ل^۲ \left\{ \frac{۱}{۸} - \frac{۱}{۲} \cdot \frac{وس}{وم} \times \frac{ما}{ل}\left(۱ - \frac{ما}{ل}\right) \right\}$$

مثال :-

$$\frac{ما}{ل} = \frac{۱}{۴} ، \frac{وم}{وس} = ۳$$

تو $م_ط = وم ل^۲ \left\{ \frac{۱}{۸} - \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۳} \times \frac{۱}{۴}\left(۱ - \frac{۱}{۴}\right) \right\} = \frac{۳}{۳۲} وم ل^۲$

اسی طرح $\frac{وم}{وس}$ اور $\frac{ما}{ل}$ کی دوسری قیمتوں کے لیے معیار معلوم

کیا جا سکتا ہے۔ معیار کی یہ قیمتیں ذیل کی جدول میں دی جاتی ہیں:-

جدول ا

سلوں کے مثبت معیار جب کہ بالائی فولاد صرف سہاروں کے قریب ہو۔

وم / وس	م/ل = ۱/۴		م/ل = ۱/۵	
	اندرونی فصل	سروں کے فصل	اندرونی فصل	سرے کے فصل
	وم ل²	وم ل²	وم ل²	وم ل²
۱	(۱/۳۲)	۱/۱۲٫۸	۱/۲۲٫۲	۱/۱۱٫۷۵
۲	۱/۱۲٫۸	۱/۹٫۸۴	۱/۱۱٫۷۵	۱/۹٫۵۲
۳	۱/۱۰٫۷	۱/۹٫۱۵	۱/۱۰٫۱۵	۱/۸٫۹۵
۴	۱/۹٫۸۵	۱/۸٫۸۳	۱/۹٫۵۲	۱/۸٫۷

سروں کے فصلوں کے لیے معیار اس طرح حاصل کیے گئے ہیں کہ سرے کے ایک فصل کے ایک سرے پر تو وہی مزاحم معیار ہوگا جو اندرونی فصل کے لیے ہوتا ہے اور دوسرے سرے پر صفر ہوگا۔ اس طرح معیار وم ل²/۸ اور اندرونی فصلوں کے معیار کے درمیان اوسط ہوگا۔ چنانچہ کالم (۲) کی قیمتیں ۱/۸ اور کالم (۱) کی قیمتوں کا اوسط حسابی لی گئی ہیں اور ہمارے عملی مقاصد کے لیے یہ کافی صحیح ہے۔

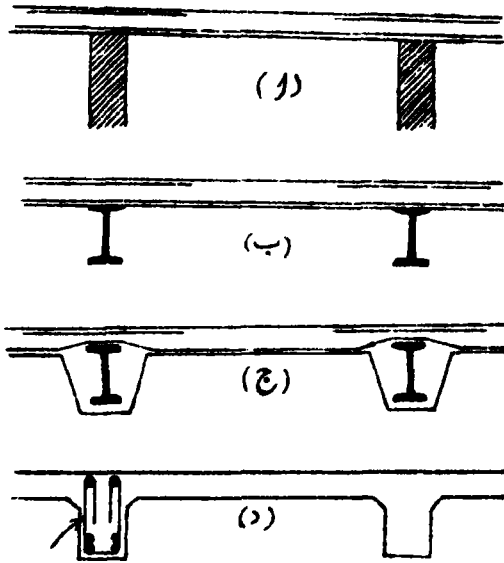
سروں کے فصل کے لیے معیار کی یہ قیمت نیم فصل کا با لکل ٹھیک معیار ہے لیکن نیم فصل اعظم معیار کا نقطہ نہیں۔

اوپر کی جدول میں ایک قیمت توسین کے اندر دی گئی ہے۔ یہ قیمت استعمال کرنے کی نہیں کیونکہ اس صورت میں یہ قیمت اس قیمت سے کم ہے جو معمولی لچک کے لحاظات سے حاصل ہوتی ہے۔ لیکن $\frac{ش م}{و ص}$ کی عملی قیمتوں کے لیے جدول کی دی ہوئی قیمتیں لچک کے لحاظات سے حاصل شدہ قیمتوں سے زیادہ ہیں اور ان کو ان تعمیروں میں ضرور استعمال کرنا چاہیے جن کی قسم شکل مثلاً (و) (ب) میں دکھائی گئی ہے۔

شکلوں مثلاً (ج) (د) کی تعمیروں میں مروڑ کو شہتیر کی جو مزاحمت ہوگی اس سے تھوڑی روک حاصل ہو سکیگی۔ اس روک کے حساب میں ایک تفرقی مساوات شریک ہوتی ہے جو کسی قدر پیچیدہ ہے۔ نیز چونکہ مروڑ میں کنکریٹ کے شہتیروں کی لچک کے خواص بہت نامکمل طور پر معلوم ہیں اس لیے بہتر ہوگا کہ اس کو نظر انداز ہی کر دیا جائے اگرچہ بعض ماہرانِ فن کو تجربے اور امتحان سے کچھ معلومات ہو گئی ہیں جو ان کی رہبری کے لیے کافی ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ روک شہتیر کی شکل اور جسامت، اِحکام کے انتظام اور فصل اور تثبیت کے طریقے پر منحصر ہوگی۔ اور حقیقت یہ ہے کہ عملی مقاصد کے لیے اس کی ریاضیاتی بحث ممکن نہیں۔

یہ اہم بات ہے کہ اگرچہ سہارے پر روکنے والا معیار بالائی فولاد کے نہ ہونے سے بہت گھٹ جاتا ہے لیکن لداؤ کی جو حالت اوپر لی گئی ہے اس میں سہارے پر کی تراشش پھر بھی معمولی منفی معیار کو برداشت کرنے کے قابل ہونی چاہیے کیونکہ دو متصل خانے لدے ہوں تو یہ منفی معیار ضرور پیدا ہوگا۔ یہ معیار $\frac{ق م ل^2}{12}$ سے کم نہیں لینا چاہیے اور $\frac{ش م}{و ص}$ کی قیمت اسے خاصی زیادہ ہو تو اس کی قیمت زیادہ ہوگی۔ بہر صورت اس کو شکلوں ۸۲ تا ۸۶ سے محسوب

کیا جا سکتا ہے۔

کنکریٹ کے شہتیر کے اندر مروڑ کے مسئلے کے سلسلے میں (شکل نمبر ۱۱۰ (د)) یہ دیکھو کہ جو فصل دکھایا گیا ہے اُس کے لدے ہونے اور متصل فصلوں کے خالی ہونے سے جو مروڑ پیدا ہوگی اُس سے رکاب پر تناؤ میں ہوگی۔ یہ تناؤ اُس تناؤ کے علاوہ ہوگا جو حسب معمول جزی زوروں سے پیدا ہوگا۔

شکل نمبر ۱۱۰۔ سل کے اِحکام کا نمونہ

البتہ سارے فصل میں بالائی فولاد بہتر ہوتا ہے اور اس مطلب کے لیے جلد دوم حصہ اول کے منحنی استعمال کرنا چاہییں۔

یہ رکابیں کافی تعداد میں مہیا نہ ہوں اور سل بہت نامساوی لداؤ کے تحت ہو (مثلاً جہاز کا عرشہ جس پر بہت سے بھاری نقطہ بوجھ ہوں) تو سل شہتیر کے پاس سے تڑق جائیگی۔ لداؤ کے مختلف حالات کے تحت یہ تڑق بڑھیگی اور جزی مزاحمت میں شہتیر کو بہت کمزور کردیگی۔

شہتیر کا انصراف اور سِل پر اس کا اثر

مسلسل شہتیروں کے ضابطوں میں فرض کیا گیا ہے کہ سہاروں میں انصراف نہیں ہوتا۔ اگر ایسا کوئی انصراف واقع ہو تو معیاروں کی تقسیم بڑی حد تک متاثر ہوگی۔

سل کے سہارے عموماً شہتیر ہوتے ہیں جن میں انصراف ہوتا ہے اور بعض وقت نامساوی انصراف اور ناساوی انصراف کی صورت میں سل کے معیار متاثر ہوتے ہیں۔

تحلیل سے معلوم ہوتا ہے کہ مرکزی معیار میں ۱۰ فیصدی اضافے کو بدترین اثر سمجھا جائے۔ لیکن ہم اس اثر سے یہاں بحث کرنا چاہتے ہیں۔

صورت (ا)۔ محکم کنکریٹ کے شہتیر — پہلے ایک سل پر غور کرو جو بہت سے شہتیروں پر سہاری ہوئی ہے۔ اگر ایک خانہ لدا ہو (شکل ۱۱۱) تو اس خانے کو سہارنے والے شہتیر منصرف ہونگے جس سے سل کے منفی معیار کم ہونگے اور مرکزی مثبت معیار زیادہ ہوگا۔

شکل ۱۱۱
سلوں پر شہتیر کے انصراف کا اثر

اس کی مقدار عام جلے میں ضمیمہ ا شق ۱۹ میں معلوم کی گئی ہے اور وہاں بتایا گیا ہے کہ چند مفروضوں کے تحت مرکزی معیار یہ ہوگا

$$م_و = \frac{5}{48} و_م ل^2 - \frac{و_س ل^2}{36} - \frac{2 ع جہ مہ}{ل^2}$$

جہاں　صہ = شہتیر کا اضافی انصراف

جہ = سل کے اکائی عرض کا معیارِ جمود

ل = سل کا فصل

اب ہم ایک مثال پر غور کریں جو عام طور پر پیش آتی ہے۔ شہتیر ۷ فٹ کے فاصلے سے ۱۲ فٹ فصل کے، متحرک[1] بوجھ ۲۰۰ پونڈ فی فٹ^{۲}، ساکن[2] بوجھ ۸۰ پونڈ فی فٹ^{۲}۔

شہتیر میں $\frac{۱}{۴}$ انچ کا انصراف ہو تو یہ $\frac{ل}{۱۰۱۹}$ ہوا اور محکم کنکریٹ کے مسلسل شہتیر کے لیے عملی بوجھ کے نصف کے تحت یہ بڑی قیمت ہے۔ اس تجویز کے لیے مناسب ہوگا کہ سل کے فی فٹ عرض ع جہ کی قیمت انچ اور پونڈ کی اکائیوں میں

$$۳۰ \times ۱۰^{۶} \times ۱٫۵ = ۴۵ \times ۱۰^{۶}$$

لی جائے۔ تب اوپر کے ضابطے سے

$$مہ = ۱۲ \times ۴۹ \times ۲۸۰ \times \frac{۵}{۷۲} - \frac{۱۲ \times ۴۹ \times ۸۰}{۳۶} + \frac{۱۰^{۶} \times ۹۰}{۸ \times ۸۴ \times ۸۴}$$

$$= ۱۱۴۵۰ - ۱۳۰۰ + ۱۶۰۰$$

$$= ۱۱۷۵۰ \text{ پونڈ انچ}$$

دیکھو اگر اسی ضابطے میں صہ = ۰ رکھ کر معیار معلوم کیا جاتا تو معیار ۱۰۱۵۰ پونڈ انچ ہوتا۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ شہتیروں میں $\frac{۱}{۴}$ انچ کے انصراف کی وجہ سے معیار کا اضافہ تقریباً ۱۵ فیصدی ہے۔

اگر سل میں اوپر اور نیچے فولاد ہوتا یعنی نیم فصل پر منفی معیار کی مزاحمت کے قابل ہوتی تو اس کو ضمیمہ اشق ۱۰ کے ضابطے سے تجویز کیا جا سکتا۔

$$مہ = \frac{وم\, ل^{۲}}{۱۲}\left(۱ - \frac{وس}{۲\, وم}\right)$$

$$= \frac{وم\, ل^{۲}}{۱۲} \quad \left(\frac{وس}{وم} \text{ کی اس نسبت کے لیے}\right)$$

$$= ۱۱۷۵۰ \text{ پونڈ انچ فی فٹ}$$

[1] زندہ　[2] مردہ

یعنی اس صورت میں معمولی ضابطے سے بھی وہی میعار حاصل ہوگا جو انصراف کا لحاظ کرنے سے۔ اور یہ عام طور پر صحیح ہوگا۔
اس کی وجہ یہ ہے کہ یہ ضابطہ لداؤ کی ایک بدتر حالت سے اخذ کیا گیا ہے یعنی جب کہ متبادل خانے لدے ہوں۔ اور اس حالت میں سب شہتیر مساوی منصرف ہونگے اور سل میں اس کی وجہ سے میعار کا کوئی اضافہ نہ ہوگا۔

صورت (ب)۔ فولادی کڑیاں ـــــ اب فرض کرو کہ شہتیر محکم کنکریٹ کی بجائے فولادی کڑیوں پر مشتمل ہیں۔ انصراف لداؤ کی اس صورت میں کنکریٹ کے مسلسل شہتیروں سے دگنا ہوگا۔ اس طرح ضمیمہ ا شق ۱۹ کی رو سے میعار

م = ۱۱۴۵۰ − ۱۳۰۰ + ۳۲۰۰

= ۱۳۳۵۰ پونڈ انچ

لیکن یہ بتایا جا چکا ہے کہ جو سلیں فولادی کڑیوں پر رکھی ہوئی ہوں اور ان میں اوپر اور نیچے استحکام نہ ہو ان کو اس باب کی جدول ا صفحہ (۲۴۰) کی مدد سے تجویز کرنا چاہیے جس سے $\frac{\text{ق م}}{\text{ق س}}$ کی موجودہ نسبت کے لیے میعار

$$\text{م} = \frac{\text{ق م ل}^2}{10.28} = 13400 \text{ پونڈ انچ}$$

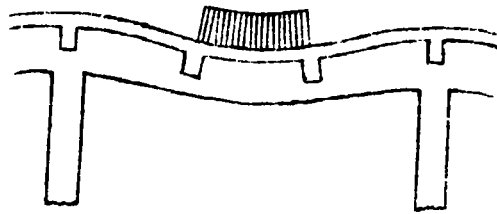
یعنی اوپر بتائے ہوئے ضابطے ایسے ہیں کہ اس صورت میں بھی انصراف کی رعایت رکھتے ہیں۔
اگر دو متصل خانے لدے ہوں (شکل ۱۱۲ء) تو معلوم ہوگا کہ اگرچہ وسطی شہتیر میں انصراف پہلے سے زیادہ ہوگا لیکن اس شہتیر کے اوپر مسلسل ہونے کی وجہ سے سلوں کے وسطی میعار بہت کم ہونگے تحقیق کرنے پر معلوم ہوگا کہ جس صورت سے ہم بحث کر چکے ہیں وہی بدترین صورت ہے۔

صورت (ج)۔ صدر شہتیروں کا انصراف ـــــ ایک اور اثر جو

جس کی وجہ سے سِل کے حامل شہتیروں میں زیادہ اضافی انصراف ہونے کا امکان ہے

شکل ۱۱۲۔ سلوں پر شہتیر کے انصراف کا اثر

یہ اُس وقت پیدا ہوتا ہے جب کہ یہ شہتیر ثانوی شہتیر ہوں اور ایک صدر شہتیر پر رکھے ہوں جو خود منصرف ہوگا (شکل ۱۱۳)۔ اس سے بحث کرتے وقت ہم اس کا حساب لگائینگے کہ کس معیار کے تحت سل میں وہی انحنا پیدا ہوگا جو صدر شہتیر میں پیدا ہوا۔

ثانوی شہتیروں کے نیم فصل پر اس اثر کو اس میں جمع کر لینا چاہیے جو خود ثانوی شہتیروں کے انصراف سے پیدا ہوتا ہے جس سے پہلے بحث کی جا چکی ہے۔

شکل ۱۱۳

صدر شہتیروں کا انصراف

صدر شہتیر کے معیار کو لکھ سکتے ہیں $م_ص = \frac{ع\ ج_ص}{ر}$

اور سل کا معیار $م_س = \frac{ع\ ج_س}{ر}$

جہاں ر = نصف قطر انحنا

تب $\frac{م_س}{م_ص} = \frac{ج_س}{ج_ص}$

لیکن $\frac{\text{ج}_\text{س}}{\text{ک}_\text{س}} = \frac{\text{م}_\text{س}}{\text{ن}_\text{س}}$

اور $\frac{\text{ج}_\text{ص}}{\text{نا}_\text{ص}} = \frac{\text{م}_\text{ص}}{\text{ز}_\text{ص}}$

لاحقہ س اور ص سے مراد علی الترتیب سل اور شہتیر ہے

جہاں نا = مزاحمت کا معیار

اور ز = بے خطر زور

عام طور پر بے خطر زور سل اور شہتیر دونوں کے لیے ایک ہوگا

یعنی $\text{ز}_\text{س} = \text{ز}_\text{ص}$

تب $\frac{\text{م}_\text{س}}{\text{م}_\text{ص}} = \frac{\text{ج}_\text{س}}{\text{ج}_\text{ص}} = \frac{\text{نا}_\text{س}\ \text{م}_\text{س}}{\text{نا}_\text{ص}\ \text{م}_\text{ص}}$

یہاں م تناؤ یا فشار کے انتہائی ریشے کا فاصلہ تعدیلی محور سے ہے۔ تناؤ کا ریشہ لیا جائے یا فشار کا اس سے عام طور پر کوئی فرق نہیں پڑتا۔ لیکن یہ ظاہر ہے کہ جس قسم کا ریشہ شہتیر کے لیے لیا جائے اسی قسم کا سل کے لیے بھی لیا جائے۔ اور بہتر تو یہ ہوگا کہ وہ ریشہ لیا جائے جس میں شہتیر اور سل دونوں کے زور تقریباً مساوی ہوں۔

اب ہم ایک عملی مثال پر اس کا اطلاق کرینگے۔ آسانی کے لیے وہی مثال لو جو ابھی لی گئی تھی:-

متحرک بوجھ = ۲۰۰ پونڈ فی فٹ۲

ساکن[ط] بوجھ (سل) = ۵۰ ״ ״ ״

ثانوی شہتیروں کا فصل = ۲۱ فٹ

صدر شہتیر کا فصل = ۲۱ فٹ

سل کا فصل = ۷ فٹ

صدر شہتیر کے لیے ۲۰" خالص ایک موزوں گہرائی ہوگی۔ شہتیروں کو

ط زندہ ۱۰ مُردہ

شامل کر کے ساکن بوجھ ۱۰۰ پونڈ فی فٹ² ہو تو صدر شہتیر کو فولاد کے معیار کے لیے تجویز کرنا ہوگا۔

$$م = \frac{و_م \, ل}{۹}\left(۱ - \frac{و_س}{۲\,و_م}\right)$$ (دیکھو صفحہ ۲۱۳)

جہاں $و_م$ اور $و_س$ ثانوی شہتیر سے پڑنے والے اعظم اور اقل نقطہ بوجھ نقاطِ تثلیث پر ہیں۔ موجودہ صورت میں

$و_م = ۲۱ \times ۷ \times ۳۰ = ۴۴۱۰۰$ پونڈ

اور $و_س = ۱۴۷۰۰$ پونڈ

∴ $م = ۱۰۳۰۰۰۰$ پونڈ انچ

∴ صدر شہتیروں کے نیم فصل پر فولاد کا مطلوبہ رقبہ = $\frac{۱۰۳۰۰۰۰}{۲۰ \times ۱۶۰۰۰}$

$= ۳٫۲۲$ انچ²

اب ہم ضابطہ $\frac{م_س}{م_ص} = \frac{ن_س \times ط_ص}{ن_ص \times ط_س}$ کو $م_س$ کے لیے یہ ذہن نشین رکھتے ہوئے حل کر سکتے ہیں کہ ہمارے زیرِ غور شکل ۱۱۳ کا لداؤ ہے جس میں صدر شہتیر کے اندر معیار $م_س$ معیار سے بہت کم ہوگا جو ابھی ہم نے محسوب کیا ہے۔ شکل ۱۱۳ کی رُو سے صدر شہتیر کا معیار

$$م = \frac{۲۹۴۰۰}{۹} \times ۲۱ \times ۱۲\left(۱ - \frac{۱۴۷۰۰}{۴۴۱۰۰}\cdot\frac{۱}{۵}\right)$$

۶۱۸۰۰۰ پونڈ انچ

شہتیر اور سل کے لیے $ط$ کی وہ قیمتیں لیں جو فولاد کے موزوں ہوں تو

$ط_س = ۴''$

$ط_ص = ۱۵''$

∴ $م_س = م_ص \cdot \frac{ن_س}{ن_ص} \cdot \frac{ط_س}{ط_ص}$

$= ۶۱۸۰۰۰ \times \frac{۱۱۷۵۰}{۱۰۳۰۰۰۰} \times \frac{۴}{۱۵}$

= ۹۳۵ پونڈ/انچ²

یعنی صدر شہتیر کے انحراف سے سل میں پیدا ہونے والا معیار سل کے اپنے معیار کا $\frac{۱۰۰ \times ۹۳۵}{۱۱۷۵۰}$ = ۸ فیصدی ہے۔

جزی قوتیں

معمولی تناسبوں کی سلوں میں جن میں فصل گہرائی کے ۱۰ گنے سے زیادہ ہو یہ عام طور پر پایا جائیگا کہ کنکریٹ بغیر کسی جزی اِحکام کے خود جز کو برداشت کرانے کے قابل ہوگا۔

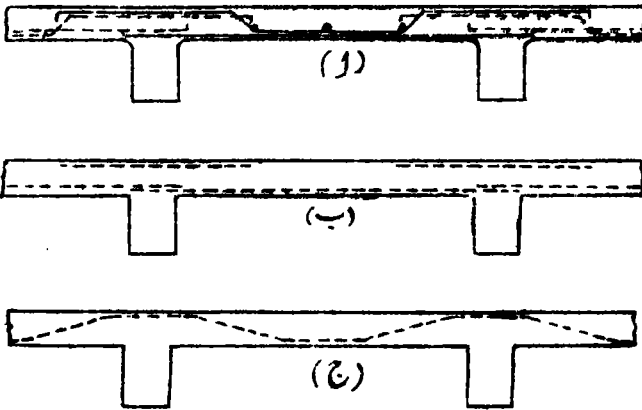
یہ بات نہ پائی جائے تو سل کے جز کو اُسی طرح برتا جائے جس طرح شہتیر کا جز برتا گیا۔

چپک

اگر سل میں جزی زور بہت زیادہ ہو مثلاً ۲۵ پونڈ فی انچ² سے زیادہ تو مناسب ہے کہ چپک کے زور کا حساب لگایا جائے اور تجویز میں اس کے لحاظ سے ترمیم کی جائے۔ عموماً یکساں بوجھوں کے تحت یہ صورت پیدا نہیں ہوتی۔

اِحکام کا انتظام——یاد رکھو کہ اگرچہ خاؤ کے معیاروں اور جزی قوتوں کو صحیح صحیح معلوم کرنا بہت اہم ہے لیکن یہ صحت بے کار ہے اگر اس کے ساتھ ہی فولاد کا انتظام عمدہ نہ ہو۔ اس انتظام میں تناؤ، فشار، جز اور چپک کے زوروں کے علاوہ اس بات کا بھی لحاظ رکھنا ضروری ہے کہ ان کو اس کی جگہ پر بٹھانے میں معمولی قابلیت کے کاریگر درکار ہوں جو صحت کے ساتھ اور

کم لاگت پر کام کر سکیں۔

سلوں کے اِحکام میں زیادہ تر گول سلاخیں استعمال ہوتی ہیں۔ اور شکل ۱۱۴(ا) میں ایک عمدہ انتظام دکھایا گیا ہے جس میں سیدھی سلاخوں کی ایک صف اور خمدار سلاخوں کی ایک صف متبادلاً واقع ہیں۔ دیکھو اس انتظام میں سہارے پر بھی اتنا ہی فولاد ہے جتنا نیم فصل پر۔

شکل ۱۱۴

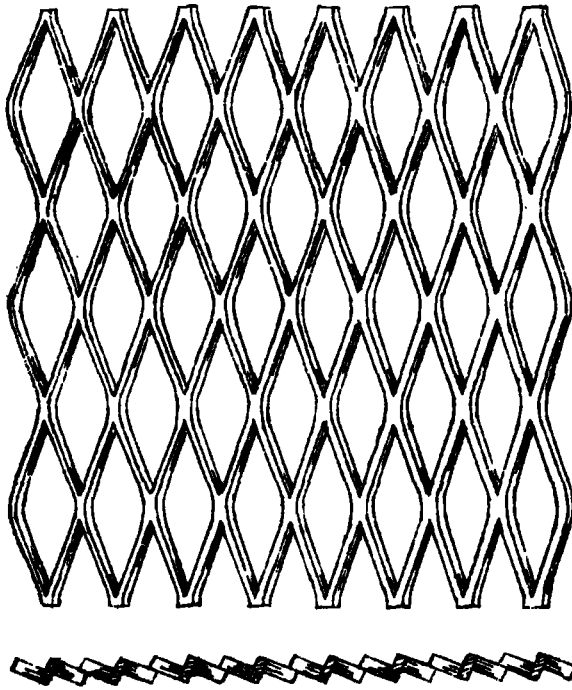
سلوں میں اِحکام کا انتظام

اِن انتظامات کو جدول صفحہ ۲۰۴ میں دیے ہوئے اعلیٰ معیاروں کے لیے تجویز کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ عموماً یہ بہتر ہوتا ہے کہ جلد دوم حصۂ اول کے مثبت اور منفی معیار کے تخمینوں کے لیے تجویز کی جائے۔

۴ انچہ سلوں میں $\frac{5}{16}$ انچ قطر کی سلاخیں استعمال ہوتی ہیں اور زیادہ موٹی سلوں میں قطر اسی تناسب سے بڑا ہوتا ہے۔

صدر اِحکام کے علاوہ اس کے علی القوائم چند آڑی سلاخیں بھی مناسب ہیں (شکل ۱۱۴ و)۔ ان کا کام یہ ہے کہ تقصر اور تپش کی تبدیلی کی وجہ سے

جو تڑق پیدا ہوتی ہے اس کو رد کرے اور مرتکز بوجھ کو سل کے ایک بڑے عرض پر تقسیم کر دے۔ ایک چار انچ سل میں آڑا اِحکام اس سے کم نہ ہو:- $\frac{5}{16}$ انچ سلاخیں ۱۸ انچ باہمی فاصلے سے۔ ان کو سل کی تہ کے قریب ہونا چاہیے لیکن صدر اِحکام کے اوپر۔

کشیدہ دھات (شکل ۱۱۵) بے شک سلوں کے لیے کارآمد اِحکام ہے اور آسانی سے لگائی جا سکتی ہے۔ عام طور پر جو انتظام اختیار کیا جاتا ہے وہ شکل ۱۱۴ ب میں دکھایا گیا ہے اور عمدہ ہے۔ پتلی سلوں کے لیے جن میں شبک اِحکام کی ضرورت

شکل ۱۱۵
کشیدہ دھات کا اِحکام

ہوتی ہے اس کو برتنے اور لگانے وغیرہ میں جو اخراجات کی کفایت ہوتی ہے وہ اتنی ہے کہ اگر اس کی قیمت کچھ زیادہ ہو تو بھی مضائقہ نہیں۔

کشیدہ تار سے بنی ہوئی جالی کی بہت سی قسمیں بازار میں ملتی ہیں۔ عام طور پر اس کی تنشی مضبوطی کھنچے ہوئے ہونے کی وجہ سے زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن اس شے کی بندشی مزاحمت بہت ہی کم ہے اور معمولی فولاد کی $\frac{1}{2}$ سے $\frac{1}{2}$ تک ہے۔ اس نقص کو رفع کرنے کی کوشش شکل ۱۱۴ (ج) کے انتظام کے ذریعے کی گئی ہے۔ یہ انتظام اس صورت میں تو قابل اطمینان ہوتا ہے کہ متصل خانے مساوی اور یکساں لدے ہوں لیکن لداؤ نامساوی ہو یا بھاری مرتکز بوجھ برداشت کرنا ہو تو نظری ضروریات پوری نہیں کرتا اور سارے فصل میں نچلے پہلو کے علاوہ اوپر کے پہلو میں بھی فولاد کی ضرورت ہوتی ہے۔

حصہ چہارم

اطلاقات اور عام نوٹ

باب دہم

بن خزانے

اُن تعمیروں میں جو پانی کے دباؤ کو بغیر تراوش کے روکنے کے لیے تجویز کی جائیں کنکریٹ کے اندر کے تناسبوں پر خاص توجہ کرنی چاہیے۔ ذرات کا تدرج اس میں معمولی کنکریٹ سے بہت زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ اس کے متعلق باب ا (صفحہ ۱۹-۲۰) میں جو کچھ کہا گیا ہے وہ بھی پیش نظر رہے تو اچھا ہے۔ یہ بھی مناسب ہے کہ سیمنٹ کے تناسب کو ایک خاص حد تک بڑھایا جائے لیکن بہت زیادہ بھی نہیں بڑھا دینا چاہیے کیونکہ طاقتور کنکریٹ جمنے میں کمزور کنکریٹ سے زیادہ سکڑتا ہے اور اس طرح اس میں ترق پیدا ہونے کا احتمال ہے جہاں سے تراوش واقع ہوگی۔ نیز اس کا بھی خیال رکھا جائے کہ دیواروں کی موٹائی بہت کم نہ ہو۔ اگر کنکریٹ کے اندر اور خاص کر فولاد کے

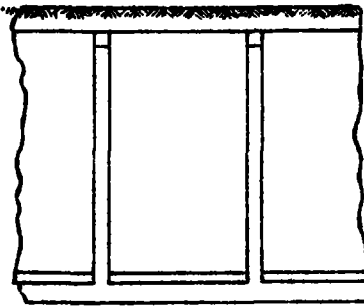
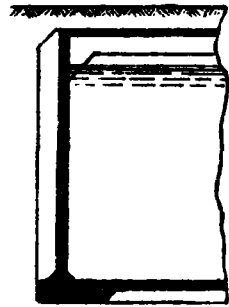
زور زیادہ نہ ہوں اور کنکریٹ کے تناسب پر خاص طور پر توجہ کی گئی ہو تو ۱۰ فٹ کے ارتفاع تک کے لیے ۵ انچہ دیوار عام طور پر قابل اطمینان ہوتی ہے اور ارتفاع کے ہر مزید ۵ فٹ کے لیے موٹائی میں ۱ انچ کا اضافہ کیا جائے۔ بعض وقت یہ ضروری ہوتا ہے اور ہمیشہ اچھا ہی ہے کہ پانی کی طرف کی دیوار کو ۱:۱ کی ½ موٹی سیمنٹ گچ لگائی جائے۔ یہ لیپ اس وقت لگایا جائے جب کہ کنکریٹ ابھی کچا ہے تاکہ بہترین چپک حاصل ہو۔ لیکن بعض وقت یہ ہوتا ہے کہ اس کو لگانے کے کئی دن بعد کنکریٹ میں تڑق واقع ہوتی ہے اس وجہ سے یہ بہتر ہوتا ہے کہ لیپ کے لیے تقریباً تین ہفتے ٹھہر جائیں تاکہ یہ تڑق لیپ میں بھی نہ پیدا ہو جائے۔ اگر لیپ کو کنکریٹ سے اچھی طرح پیوست کرنے میں دقت ہو تو کنکریٹ کو کسی نوکدار آلے سے گود لیا جائے۔

چھوٹی چھوٹی تڑقیں پیدا ہوئے بغیر کنکریٹ میں جو تطول پیدا کیا جاسکتا ہے وہ فولاد کے معمولی زور یعنی ۱۶۰۰۰ پونڈ فی انچ² کے تحت کے تطول سے بہت کم ہے اس لیے جن تعمیروں کو آب بند بنانا مطلوب ہے اُن میں فولاد کے زور کو ۱۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ تک محدود رکھنا مناسب ہے۔

یہ اغلب ہے کہ اگر سلاخوں یا مزید میکانی بندش پیدا کی جائے (مثلاً مفتل سلاخ یا بل دار سلاخ استعمال کی جائے) تو کنکریٹ میں تطول سلاخ کے طول کے ساتھ بتدریج ہوگا۔ بجائے اس کے تڑقوں کی شکل میں ظاہر ہو یا کم از کم یہ تو ہوگا کہ یہ تڑقیں بہت قریب قریب اور بالکل بال کے جیسی ہوں۔ اس حد تک اس قسم کی سلاخوں کو آب بندی کے نقطۂ نظر سے فوقیت ہے۔

ہم اب جس قسم کی تعمیروں سے بحث کر رہے ہیں اُن میں خماؤ کے معیار کے حساب میں تسلسل سے فائدہ اٹھایا جاسکتا ہے کیونکہ عام طور پر یہ ممکن نہیں ہوگا کہ تالاب کے فرش کا ایک خانہ لدا ہوا ہو اور متصل خانے اُسی حد تک لدے ہوئے نہ ہوں۔ شہتیروں اور سلوں کے لیے ہم نے جو ضابطے قائم کیے ہیں اُن میں اس طرح کے نامساوی لداؤ کی رعایت رکھی گئی تھی اور اس طرح اِن میں ایسے خماؤ کے معیار کی رعایت رکھی گئی تھی جس کی یہاں ضرورت نہیں۔ بعض مجوزوں نے پانی کو مقید

...والی تعمیروں کی تجویز میں زور اور کھاؤ کے معیار کی بالکل معمولی
... لیں اور ان کے نتائج قابل اطمینان رہے۔ لیکن یہ زیادہ تر
...تفاق تھا کیونکہ ان صورتوں میں کھاؤ کے معیار کو بیش اندازہ کیا گیا تھا
...زور ان سے کم ہونگے اور ان کی قیمت وہ ہوگی جو ہم نے اس کتاب میں
...کی ہے۔ یہ ضروری ہے کہ پانی کے دباؤ سے پیدا ہونے والے زور ایک
...میں ہوں تو بھی فولاد کی ایک کافی مقدار کنکریٹ میں دونوں سمتوں
...ئی جائے ورنہ چھوٹی چھوٹی تڑقیں پیدا ہوجائینگی۔

مثلاً ایک پن خزانے کی دیواروں میں سِل کو انتصابی شہتیروں کے
... اُفقاً رکھا جا سکتا ہے (شکل ۱۱۶) اور اس صورت میں سِل کا صدراحکام
...گا۔ قاعدے اور چھت کی وجہ سے جو قید پیدا ہوگی اس کی وجہ سے سِل

بیرونی رُوکار تراشش

شکل ۱۱۶
مستطیلی پن خزانہ

...روں کے جوڑ پر ثانوی معیار پیدا ہونگے اور اگر ان جوڑوں پر کافی انتصابی
...نہ ہو تو تڑقیں پیدا ہوجائینگی۔ یہ تڑقیں معمولی تعمیروں میں زیادہ قابلِ اعتراض
... لیکن پن خزانے میں ان کی موجودگی پن خزانے کو بیکار کر دیگی۔

اگرچہ یہ امر تجویز کے تحت نہیں لیکن یہ بتا دینا بے محل نہ ہوگا کہ کنکریٹ کا جلد خشک ہونا یوں تو ہر صورت میں بُرا ہے لیکن زیر بحث تعمیروں میں خاص طور پر بُرا ہے کیونکہ اس سے سکڑاؤ کی تڑقیں پیدا ہونے کے موقعے بہت زیادہ ہو جاتے ہیں۔ اس لئے گرمایں پہلے تین چار دن تک کنکریٹ کو سورج کی راست شعاعوں سے محفوظ رکھنا چاہیے اور مرطوب رکھنا چاہیے۔ ایک عمدہ تدبیر یہ ہے کہ کنکریٹ کو تھیلوں سے یا لکڑی کے بُرادے سے ڈھانک دیا جائے اور اس کو تر رکھا جائے۔

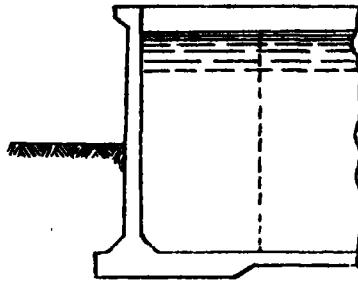
پن خزانے سطح زمین سے نیچے بھی ہو سکتے ہیں اور بالکل اوپر بھی۔ ہم پہلے پہلی قسم یعنی نیچے والے پن خزانوں سے بحث کرینگے اور ان کو دو حالتوں کے تحت تجزیہ کرنا ہوگا بھرے ہوئے اور خالی۔

پہلی صورت میں پانی کا دباؤ باہر کی طرف ہوگا اور دوسری صورت میں اطراف کی زمین کا دباؤ پن خزانے کے وسط کی طرف ہوگا۔ اس وجہ سے اس قسم کے پن خزانے کی دیواروں کی تجویز میں دونوں پہلوؤں پر فولاد رکھنا ہوتا ہے تاکہ دونوں طرف کے دباؤں کا مقابلہ کر سکیں۔

ان صورتوں میں زور کا تعاکس ایک مزید وجہ عملی زور کو کم رکھنے کی ہے۔

دیکھو کہ مدور پن خزانے بیرونی زمینی دباؤ کے مقابلہ کے لیے اپنی مدوّر شکل کی وجہ سے خاص طور پر موزوں ہیں۔

پن خزانے بھرے ہوئے ہونے کی صورت میں دیواروں پر کے دباؤ کا حساب کرنے کے لیے بعض وقت یہ جائز ہے کہ دوسری جانب زمین کے دباؤ کی کچھ رعایت رکھی جائے لیکن کسی خاص صورت میں اس کی کتنی رعایت رکھی جائے اس کا تصفیہ سوچ سمجھ کر کرنا چاہیے۔ مثلاً یہ ہو سکتا ہے کہ بعض حالات کے تحت (مثلاً گرمی کا ایک طویل موسم اور بارش کا ایک عرصے تک نہ ہونا) اطراف کی زمین خشک ہو کر سکڑ جائے اور دیوار کے بیرونی رُخ اور باہر کی زمین کے درمیان تھوڑا فصل پیدا ہو جائے۔ ظاہر ہے کہ اس صورت میں زمین کا دباؤ اسی صورت میں دیوار پر عمل کریگا کہ دیوار میں خاصا انصراف پیدا ہو اور اتنا انصراف پیدا ہونے تک خزانہ تراوش کرنا شروع کر دیگا۔ نیز یہ عام طور پر بھی

مناسب ہے کہ پن خزانے کو اتنا مضبوط بنایا جائے کہ اس کے اطراف ضرورت ہو تو کھدائی کی جا سکے۔ مثلاً اگر پہلوؤں میں کوئی تراوش پیدا ہو جائے یا خزانے کو ایک نیا صدر نل جوڑنے کی ضرورت ہو تو اس طرح کی کھدائی کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس وجہ سے جب تک کہ کامل یقین نہ ہو محتاط انجینیر تجویز میں اندرونی دباؤ کی روک میں اطراف کی زمین سے کوئی مدد نہیں لیگا۔ اگر پن خزانے کی دیواریں برآمدہ بیرم کی قسم کی ہوں (شکل ۱۱۷) تو ایڑی کے لیحاؤ معلوم کرنا ایک اہم کام ہوتا ہے۔ معمولی پشتہ دیوار کی صورت میں الٹاؤ کے مزاحم

شکل ۱۱۷
پن خزانے کے لیے برآمدہ بیرمی قسم کی دیوار

وزن میں اُس خط سے گھری ہوئی زمین کا وزن شامل ہوگا جو شکل میں نقطہ دار دکھائی گئی ہے اور اس لحاظ سے یہ خیال گزرتا ہے کہ پن خزانے کی دیوار کی قائمیت پر غور کرتے وقت مماثل پانی کے وزن کو لے لینا چاہیے۔ اگر پن خزانے کے فرش کے بالکل آب بند ہونے کا ذمہ لیا جا سکتا ہے اور جس شے پر پن خزانے کی تعمیر ہوئی ہے وہ مسام دار یا مصنوعی طور پر پن بہایا ہے تو اس پانی کو الٹاؤ کی مزاحمت میں معاون سمجھا جا سکتا ہے۔ لیکن عام طور پر فرش کے بالکل آب بند ہونے کا ذمہ نہیں لیا جا سکتا اور ظاہر ہے کہ اگر نیچے کی مٹی اچھی طرح سے پن بہائی نہ ہو تو تراوش سے ایڑی پر نیچے کی طرف سے اوپر دار دباؤ پیدا ہوگا جو اوپر کے پانی کے وزن کی جزوی یا کلی طور پر تعدیل کریگا۔ اِس لیے عام طور پر یہ مناسب ہے کہ ایڑی اتنی

موٹائی اور عرض کی ہو کہ اوپر کے پانی کے وزن کو نظر انداز کیا جائے تو بھی قائمیت باقی رہے۔

اس قسم کی پشتہ دیواروں کی صورت میں انتصابی رُخ اور پائے کے جوڑ کے قریب کی سلاخوں کے انتظام پر خاص توجہ کرنی چاہیے خاص کر ان سلاخوں کے سروں کو ثابت کرنے کے متعلق۔

اکثر بن خزانے کو چھت لگانی ہوتی ہے جو پوری تعمیر کے ساتھ یک لختہ ہو سکتی ہے۔ ایسے بن خزانے کی دیواروں کی تجویز میں بعض وقت یہ جائز ہے کہ چھت کو ایک پہلو سے دوسرے پہلو تک ایک بندھن سمجھا جائے اور دیواروں کو سمجھا جائے کہ فرش اور چھت کے درمیان فصل کو انتصاباً پُر کرتی ہیں۔ فرش اور چھت کو اس کے مطابق محکم کرنا ہوگا۔

لیکن اگر بن خزانے کے پہلو سے پہلو تک عرض بڑا ہو جیسا کہ اکثر ہوتا ہے تو اس بندھن میں تطول خاصا ہوگا جو بعض صورتوں میں ایک انچ تک ہو سکتا ہے۔ اس لیے بڑی جسامت کے بن خزانوں میں یہ طریقہ اختیار نہ کیا جائے کیونکہ اس تطول کے پیدا ہونے سے پہلے تڑقیں پیدا ہونے کا احتمال ہے۔ اور ان صورتوں میں بن خزانے کے پہلوؤں کو اس طرح تجویز کیا جائے کہ فرش اور چھت کو بندھن سمجھے بغیر جب پشتہ دیواروں کے طور پر ان کی قائمیت سے بحث کی جائے تو قائمیت کافی ہو۔

مدور بن خزانے ———— مدور بن خزانے عام طور پر مستطیلی بن خزانوں سے سستے ہوتے ہیں سوائے اُس صورت کے کہ بن خزانہ چھوٹی سی گنجائش کا ہو۔

مدور بن خزانوں میں پانی کے دباؤ کی مزاحمت دیواروں کے راست تناؤ سے ہوتی ہے اور خماؤ کا میعار پیدا نہیں ہوتا۔ بن خزانہ سطح زمین سے نیچے ہو تو باہر کی مٹی کا جو دباؤ ہوگا اُس کی مزاحمت دیوار کے راست فشار سے ہوگی اور دباؤ دیوار کے اطراف میں یکساں منقسم ہو تو خماؤ کا میعار پیدا نہیں ہوگا عملی طور پر دیوار میں کسی قدر

صلابت رکھنی پڑتی ہے تاکہ اگر دباؤ یکساں طور پر منقسم نہ ہو تو جو خم کا معیار پیدا ہوگا اُس کی مزاحمت ہو سکے۔

اس قسم کے چھوٹے پن خزانوں میں مسالے میں جو کفایت ہوگی ممکن ہے کہ مدور قالب کی لاگت میں اُس سے زیادہ اضافہ ہو اور اس طرح بحیثیتِ مجموعی صرفہ زیادہ ہی ہو۔ یہ صورت خاص طور پر واقع ہوتی ہے اگر دیواروں کی موٹائی اُس اقل موٹائی کے قریب ہو جو عملی طور پر جائز ہو اور آب بندی کے لیے درکار ہو۔ اس صورت میں کنکریٹ کی مقدار میں کوئی کفایت نہیں ہوگی۔ صرف فولاد میں تھوڑی کفایت ہوگی جو ایک چھوٹے پن خزانے میں بہت ہی چھوٹی مد ہے۔

اگر آب بندی کا ذمہ لینا ہو تو دیوار میں افقی حلقوں کی صورت میں کافی فولاد لگانا چاہیے جو سارے تناؤ کو برداشت کرلے اور زور بہت زیادہ نہ ہو۔ اس تناؤ کی مقدار کا حساب یوں لگایا جاسکتا ہے :-

اگر ق = اندرونی قطر

د = پانی کا دباؤ کسی گہرائی پر

تب اس گہرائی پر اکائی بلندی کے حلقے میں تناؤ

$$ت = \frac{د ق}{۲}$$

مثلاً ۱۰ فٹ کی گہرائی پر دباؤ

د = ۱۰ × ۶۲٫۴ = ۶۲۴ پونڈ فی فٹ۲

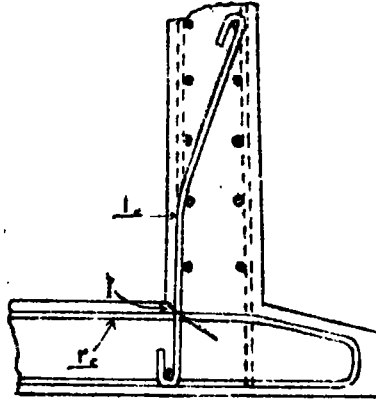
اس لیے اگر ہم ۳۲ فٹ قطر کے ایک حوض کو تصور کریں کہ ایک ایک فٹ کے باہمی فاصلے سے افقی مستویوں سے کاٹ کر حلقوں میں تقسیم کیا گیا ہے تو ۱۰ فٹ گہرائی کے حلقے میں تناؤ

$$ت = \frac{۳۲ \times ۶۲۴}{۲} = ۱۰۰۰۰ \text{ پونڈ}$$

اگر زور ۱۲۰۰۰ پونڈ فی انچ۲ رکھنا ہو تو اِس گہرائی پر فولاد کا مطلوبہ رقبہ

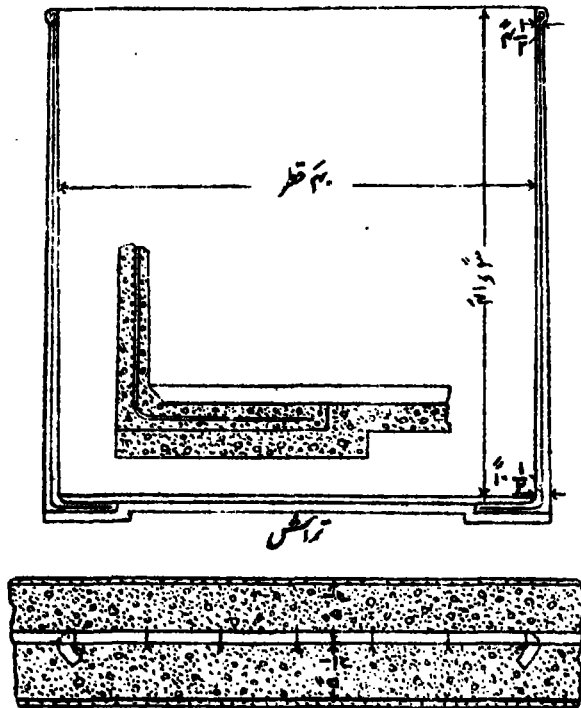
$$ا = \frac{۱۰۰۰۰}{۱۲۰۰۰} = ۸۳۳ر \text{ انچ}^۲$$

اس لیے ⅜" قطر کی سلاخوں کے اُفقی حلقے چھ چھ انچ کے فاصلے پر رکھے جائیں تو یہ ایک موزوں اِحکام ہوگا۔

شکل ۱۱۸

مدور پن خزانے کی تہ کا اِحکام

ایک اہم نکتہ جو توجہ کا محتاج ہے قاعدے کے قریب واقع ہوتا ہے۔ ابھی جو اُفقی حلقے تجویز کیے گئے وہ پانی کے دباؤ کو سہارنے کے لیے کافی ہیں۔ اور مجوزوں کو یہ ترغیب ہوتی ہے کہ صرف ان ہی پر بھروسہ کر کے اُن ثانوی زوروں کو نظر انداز کردیں جو اندرونی دباؤ کی وجہ سے پن خزانے کے قطر کے بڑھ جانے سے پیدا ہوتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ جب کبھی ایسا ہو (اور ایسا ہونا ضروری ہے کیونکہ محیطی تناؤ کے ساتھ قطر میں اضافہ لازمی ہے) تو ا پر تراق پیدا ہوگی (شکل ۱۱۸) کیونکہ یہاں قاعدہ دیوار کو روکتا ہے۔ اس قید کی وجہ سے ایک قید کا معیار پیدا ہوتا ہے جس کی مزاحمت سلاخیں نمبر ۱ (شکل ۱۱۸) کرسکتی ہیں اور نیز قاعدے میں ایک راست تناؤ پیدا ہوگا جس کی مزاحمت سلاخیں نمبر ۲ کریں گی۔

اِن معیاروں اور قوتوں کی مقدار کو عام جملوں میں بیان کرنا مشکل ہے اور بہتر ہوگا کہ ان کو تجربے پر چھوڑ دیا جائے جو سابقہ حوضوں سے حاصل ہوا ہو۔

لیکن اتنا ظاہر ہے کہ دیواریں اور قاعدہ جتنے زیادہ صلب ہونگے ثانوی معیار اُتنا ہی زیادہ ہوگا۔ نیز یہ بھی ظاہر ہے کہ اس کی مقدار زمین کی نوعیت پر منحصر ہے جس پر پن خزانہ تعمیر کیا گیا ہے۔ اگر زمین ایسی ہو کہ قاعدہ چٹان کے ساتھ اتصال کی وجہ سے یا عمدہ ٹھوس زمین کی رگڑ کی وجہ سے بالکل ثابت ہو جائے تو یہ قید بہت خاصی ہوگی اور اگر نرم ہیکر پذیر مٹی ہو اور اس میں تھوڑا مسخ ہو سکے تو قاعدے میں تناؤ کے تحت تطول پیدا ہو سکیگا اور اس طرح قید بہت کم ہو جائیگی۔ یہ تجربہ کار ماہرین فن کے غور کرنے کی باتیں ہیں۔ اور ایک بڑی خرابی یہ ہے کہ نا تجربہ کار اور کم دیانت لوگ ان خطروں کی پروا نہ کرکے مقابلے میں تجربہ کار لوگوں پر سبقت لے جاتے ہیں

شکل ۱۱۹

مِٹاگانگ (نیوساؤتھ ویلز) کے پن خزانے کی تفصیل

جن کو ضروری ہوتا ہے کہ ان خطروں کے بچاؤ میں اپنی تعمیر کی لاگت کو زیادہ کردیں۔

عملی تجربہ مجوز کا آخری ہتھیار ہے اور نظری تحلیل کا منشا یہی ہے کہ سابقہ کاموں میں جو تجربہ حاصل ہوا ہو اُسے نئے کاموں میں استعمال کے قابل بنادے۔ اس لیے کسی بن خزانے کی ناکارگی معلومات کا ایک بڑا ذریعہ ہوگی اور اس کو توجہ سے مطالعہ کرنا چاہیے۔ اِس طرح کی ناکارگی ۲۲ جنوری ۱۹۰۹ء کو میٹاگانگ[1] (نیا جنوبی ویلز) میں واقع ہوئی۔ بن خزانے کی تفصیلات شکل ۱۱۶ میں دی گئی ہیں۔

بن خزانے کا قطر ۴۰ فٹ تھا اور ۴۰ فٹ پانی کے لیے تجویز کیا گیا تھا لیکن جب ٹوٹا تو اس میں صرف ۳۲ فٹ پانی تھا۔

دیوار کی موٹائی قاعدے پر ½۱۰ انچ اور اوپر کے سرے پر ½۴ انچ تھی۔ مجبطی سلاخیں فرش پر ⅞ قطر اور ۳" گھائی سے لے کر اوپر کے سرے پر ¼ قطر اور ۱۲" گھائی کی تھیں۔ یہ دیوار کے بیچ میں ایک اکہری تہ میں تھیں۔ ان کی تجویز ۱۶۰۰۰ پونڈ فی انچ^2 کے زور کے لیے ہوئی تھی لیکن ٹوٹنے کے وقت جب کہ ۳۲ فٹ پانی تھا فرش پر حقیقی زور صرف ۱۲۷۵۰ پونڈ فی انچ^2 تھا اور اوپر اس سے کم۔

سلاخیں تجارتی نرم فولاد کی تھیں اور جوڑوں کو ۴۰ قطر کی آغوش ملی اور سروں پر آنکڑا بنا ہوا تھا۔ آنکڑے کو نظرانداز کرکے ۴۰ فٹ ارتفاع کے تحت چپک ۱۰۰ پونڈ فی انچ^2 ہوتی اور ۳۲ فٹ کے تحت فرش پر ۸۰ پونڈ فی انچ^2 ہوگی اور اوپر اس سے کم۔

ایک مضمون[2] سے جو انسٹی ٹیوشن آف سول انجنیئرز کے سامنے پڑھا گیا معلوم ہوتا ہے کہ مسالہ اور کاریگری عمدہ تھی۔ ناکارگی کے وقت خزانے کی عمر ۹۸ دن تھی اور نچلے حصے زیادہ دن کے تھے۔

تجویز پر غور کرو۔ ۱۶۰۰۰ پونڈ فی انچ^2 آب بندی کے لحاظ سے خطرناک ہو لیکن قائمیت کے لیے بے خطر ہونا چاہیے۔ ۱۲۷۵۰ کا تنفسی زور ایسا نہیں جس سے ناکارگی کی توجیہ ہوسکے۔

چپک کے متعلق ہم اپنی رائے ظاہر کر چکے ہیں (دیکھو صفحہ ۹۲) کہ ۱۰۰ پونڈ فی انچ^2 بہت

[1] Mittagong(N.S.W.)

[2] Read ey E.M. de Burgh (Vol.CBXXX)

زیادہ ہے۔ ہم یہ بھی کہہ چکے ہیں کہ چپک بڑی حد تک کنکریٹ کی تری پر منحصر ہوتی ہے۔ سوکھے کنکریٹوں میں بہت کم ہوتی ہے کیونکہ جمتے وقت ان میں سکڑاؤ بہت کم ہوتا ہے۔

زیر بحث صورت میں یہ یقینی معلوم ہوتا ہے کہ کنکریٹ سوکھا ملایا گیا ہوگا اور فولاد کا جو انتظام اختیار کیا گیا یعنی ۱" کی سلاخیں ۳" کے فاصلے سے اس میں چپک (جو جوڑ کے گرد کنکریٹ کے تناؤ پر منحصر ہوتی ہے) اور گھٹ گئی ہوگی کیونکہ حلقوں کے مرکز میں سے کنکریٹ کو دھمس کرنے کی دقت کی وجہ سے ایک کمزوری کا ستون بن گیا ہوگا۔ اس لیے بہت اغلب ہے کہ ناکارگی جوڑوں پر پھسلن کی وجہ سے پیدا ہوئی ہوگی اور یہ پھسلن کچھ تو آغوش کی کمی کی وجہ سے اور زیادہ تر کنکریٹ کے سوکھے ہونے کی وجہ سے ہوگی۔ اور یہ سوکھا ہونا موجودہ صورت میں سلاخوں کے اختیار کردہ انتظام کی وجہ سے خاص طور پر مضر تھا۔

ٹوٹنے کے بعد دیوار کے ٹکڑوں کا جو معائنہ کیا گیا اُس سے اس خیال کی تائید ہوتی ہے کیونکہ خاصے بڑے رقبے کے کنکریٹ کے ٹکڑوں کی موٹائی دیوار کی نصف موٹائی کے مساوی پائی گئی جس سے ثابت ہوتا ہے کہ کنکریٹ حلقوں کی انتصابی سطح میں ناکارہ ہوا۔ نیز بہت کم سلاخوں کو کنکریٹ لگا ہوا نظر آیا جس سے اس خیال کی مزید تائید ہوتی ہے۔

ایسے پن خزانوں کی دیواریں جو سطحی نقشے میں مستطیلی ہوں اکثر اس طرح تجویز کی جاتی ہیں کہ چھت اور فرش کے درمیان بطور انتصابی فصل کے ہوں۔ اگر بلندی کم ہو تو دیوار بطور سِل کے ہوگی ورنہ شہتیروں کے طور پر جن کے درمیان سلیں افقی فصل کو پُر کریں گی۔

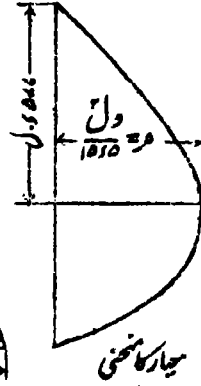
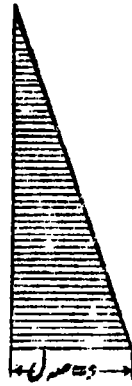
دونوں صورتوں میں تماؤ کا معیار باب ۸ اور ۹ کے ضابطوں سے حاصل نہیں ہوگا کیونکہ بوجھ جو پانی کے دباؤ سے پیدا ہوتا ہے یکساں منقسم نہیں بلکہ اس کی حدت پانی کی سطح پر صفر ہے اور وہ بڑھ کر قاعدے پر

$$و = صہ ل$$

ہو جاتی ہے، جہاں و دباؤ فی اکائی رقبہ ہے، صہ پانی کا وزن فی اکائی حجم اور ل پانی کی گہرائی اور شہتیر کا فصل۔
پونڈ اور فٹ کی اکائی میں تازہ پانی کے لیے صہ کی قیمت ۶۲٫۴ پونڈ فی فٹ۳ ہے۔

ضمیمہ اشق ۸۱ میں دکھایا گیا ہے کہ اگر سروں کو ثابت نہ سمجھا جائے تو معیار کا منحنی شکل نمبر ۱۲۰ کے مطابق ہوگا۔ اعظم معیار اوپر سے ۰٫۵۷۷ ل کے فاصلے پر ہوگا اور اس کی قیمت

$$م = \frac{و ل^2}{۱۵٫۵}$$

جہاں و = اعظم دباؤ جو قاعدے پر ہوتا ہے۔

شکل نمبر ۱۲۰
مستطیلی پن خزانے کا انصالی شہتیر

پن خزانوں کے شہتیروں میں جیسا کہ شکل میں دکھائے گئے ہیں اکثر ہوتا ہے کہ سرے ثابت نہیں ہوتے۔ اگرچہ یہ شہتیر چھت کے شہتیر کے ساتھ

مسلسل ہوتے ہیں لیکن چھت کے شہتیر کا اقتضا نیچے کی طرف منصرف ہونے کا ہوتا ہے اور دیوار کے شہتیر کا باہر کی طرف۔ اور یہ امر کہ چھت کے شہتیر کے ساتھ تسلسل دیوار کے شہتیر کو مقید کرتا ہے یا باہر کی طرف منصرف ہونے پر مجبور کرتا ہے محض دونوں کی اضافی صلابتوں اور فصلوں پر منحصر ہوگا۔ ظاہر ہے کہ اگر چھت کا شہتیر لمبا اور نازک ہو اور دیوار کا شہتیر چھوٹا اور صلب تو تسلسل کے اثر سے نیم فصل پر معیار گھٹنے کی بجائے بڑھ جائیگا۔

اسی طرح قاعدے پر اِحکام بہت ہلکا رکھا جاتا ہے اور صرف راست تناؤ برداشت کرنے کے لیے تجویز کیا جاتا ہے۔ ان صورتوں میں یہ بالکل اس قابل نہیں ہوتا کہ دیوار کے شہتیروں کے سروں کو ثابت کرنے کے لیے کوئی منفی معیار مہیا کرے خاص کر اگر اِحکام فرش کی بالائی سطح میں نہ ہو بلکہ نچلی سطح میں۔ اِس لیے عام طور پر دیوار کے شہتیروں میں مرکزی معیار

$$م = \frac{و ل^2}{10.5}$$

کی رعایت رکھنی چاہئیے۔

خاص صورتوں میں یہ جائز ہے کہ تسلسل کی رعایت رکھی جائے لیکن ضمیمہ اشکل ۱۸ میں دکھایا گیا ہے کہ اگر نچلے سرے کو بالکل ثابت اور اوپر کے سرے کو آزاد سمجھا جا سکے تو مرکزی معیار

$$م_{ز} = \frac{و ل^2}{24.6}$$

اور نچلے سرے پر معیار

$$م = -\frac{و ل^2}{15}$$

ہوگا۔

اگر صرف بالائی سرا ثابت ہو اور بالکل ثابت ہو تو مرکزی معیار

$$م_{ز} = \frac{و ل^2}{24.6}$$

اور اوپر کے سرے پر معیار

$$م = -\frac{و ل^2}{16.1}$$

اس سے معلوم ہوگا کہ اگر ٹھیک ٹھیک نہ معلوم ہو کہ تثبیت کس حد تک
ہوگی تو بہتر یہی ہے کہ سروں اور مرکز کو

$$م = \frac{و ل^۲}{۱۵}$$

کے لحاظ سے تجویز کیا جائے۔

خمیدہ شہتیروں کے متعلق باب ۸ (صفحہ ۲۳۲) میں جو نوٹ دیئے گئے ہیں وہ یہاں کے
زیر بحث شہتیروں کے اوپر کے اور نچلے جوڑوں کے لیے بھی درست ہیں۔

پن مینارہ ـــــــ پن مینارے پن خزانوں کی ایک خاص صورت
ہیں جو سطح زمین کے اوپر ایک بلندی پر ہوتے ہیں اور دیواروں یا ستونوں سے
سہارے ہوئے ہوتے ہیں۔ اس لیے جو باتیں پن خزانوں کی تجویز کے
لیے بیان ہوئی ہیں، وہ حوض کے لیے تو تقریباً سب کی سب درست ہونگی۔
غور اب صرف سہارنے والے مینار پر کرنا ہے۔

پن میناروں کی بنیادوں کی تجویز میں مناسب ہے کہ معمولی عمارتوں کی نسبت
زمین پر بہت کم زور ڈالا جائے کیونکہ ایک تو پن مینارے کے پائے پر وہ سارا
بوجھ پڑتا ہے جس کے لیے یہ تجویز ہوا ہے اور معمولی عمارتوں میں عموماً ایسا نہیں
ہوتا، دوسرے معمولی عمارتوں میں اگر زمین تھوڑی بیٹھ جائے تو اگرچہ یہ
قابل اعتراض ہے لیکن اس سے صرف یہ ہوگا کہ کچھ تڑقیں پڑ جائیں لیکن
اس سے عمارت کی حالانہ قابلیت میں کوئی زیادہ فرق نہیں آئیگا۔ لیکن پن مینارے
کی صورت میں زمین کے بیٹھنے سے حوض ٹپکنے لگیگا اور جس مقصد سے بنایا گیا
ہے وہ فوت ہو جائیگا۔ یہ بھی بہت اہم ہے کہ پایوں پر کا بوجھ محسوب کرتے وقت
پون کے دباؤ کا بھی لحاظ رکھا جائے کیونکہ پن میناروں میں بلندی کی نسبت
عرض سے بہت خاصی ہوتی ہے اس لیے پون کی وجہ سے اوسط دباؤ میں
اضافہ ۱۰۰ فیصدی تک ہو سکتا ہے۔ وسط دباؤ کے اس اضافے کے علاوہ چونکہ
پن میناروں میں صرف افقی رباط ہیں ان کے ستونوں میں خماؤ کا میلان بھی پیدا

ہوجاتا ہے اور ان صورتوں میں بوجہ کے خروج المرکز سے پایوں پر کا اعظم زور اور زیادہ ہوجائیگا (دیکھو صفحہ ۲۷۲)۔

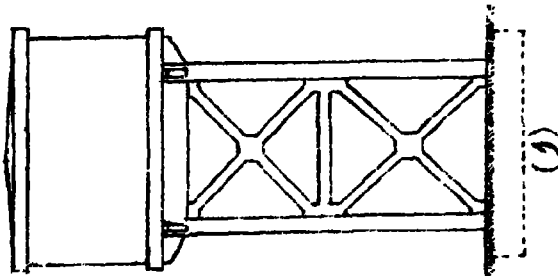
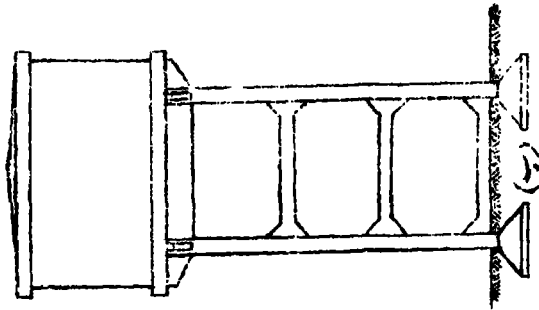
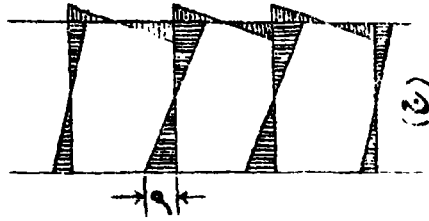
نیز یہ بھی ضروری ہے کہ الٹاؤ کے مقابلے میں مینارے کی قائمیت بحیثیت مجموعی معلوم کی جائے۔ اور اس کے حساب میں مینارے کو خالی فرض کرنا چاہیئے کیونکہ یہ صورت سب میں زیادہ خطرناک ہے۔

پن میناروں کی بنیادوں کی تجویز میں کنکریٹ کے لٹھوں کے استعمال سے بہت سے فائدے ہیں کیونکہ بٹھاؤ کے بغیر زمین کی حالانہ قابلیت ٹھوکنے کے دوران میں لٹھے کے طرز عمل سے پورے یقین کے ساتھ معلوم ہوسکتی ہے۔ اور اُن پن میناروں میں جن کی بلندی قاعدے کے عرض کے مقابلے میں بہت بڑی ہے اُلٹاؤ کے مقابلے میں ایک مزید قدر سلامتی پیدا ہوجائیگی۔ اور اس کی وجہ ہوا کی جانب کے لٹھوں کی تنشی مضبوطی ہے جو ستون اور لٹھوں کے فولاد کی باہمی عمدہ بندش کے ذریعے حاصل ہوگی۔ یہ بندش اس طرح حاصل ہوسکتی ہے کہ ٹھونکنے کے بعد لٹھے کے اوپر سے تین چار فٹ کنکریٹ کاٹ کر سلاخوں کو ستون کی سلاخوں کے ساتھ آغوش کردیا جائے اور پھر کنکریٹ بھر دیا جائے۔ لیکن یہ بہت ضروری ہے کہ ہوا کے رُخ پر ستونوں کو تناؤ سے محفوظ رکھنے کے لیے بہرصورت قاعدے کا عرض کافی بڑا بنایا جائے کیونکہ یہ ذرا مشتبہ ہے کہ محکم کنکریٹ کے کسی رکن پر زور کے تعاکس کا کیا اثر ہوتا ہے۔

ستونوں کے درمیان مستعدر رابط بندی ضروری ہے۔ یہ رابط بندی وتری ہوسکتی ہے (شکل ۱۲۱ ا) یا محض افقی رابطوں پر مشتمل ہوسکتی ہے (شکل ۱۲۱ ب)۔

دیکھو رابطوں کے زور کامل تعاکس کے تحت آسکتے ہیں اس لیے ان کو کم ہی رکھنا چاہیے۔ (دیکھو نوٹ صفحہ ۲۶)۔

وتری رابطوں کی تجویز میں کوئی خاص دقت نہیں۔ ان کی تجویز بالکل آہنی کام کی تجویز کے مانند ہوگی۔ اور یہ رابط بندی استعمال کی جائے تو ستونوں کی تجویز میں بھی کوئی دقت نہیں۔ ان ستونوں پر ایک راست بوجہ مینارے کے وزن کا

ہوگا اور اس میں تھوڑا اضافہ پون کی وجہ سے ہوگا۔ البتہ شکل ۱۲۱(ب) کی رباط بندی اختیار کی جائے تو مسئلہ زیادہ پیچیدہ ہے کیونکہ اس رباط بندی کی استعداد محض رباط کے مزاحمت کے معیار پر منحصر ہے خاص کر جوڑ کے نزدیک۔

شکل ۱۲۱ - بن مینار کے ستونوں کی رباط بندی

اور رباط کے اندر ہوا کے عمل سے جو خماؤ کا معیار پیدا ہوگا وہ ستونوں کو برداشت کرنا ہوگا اِس طرح ستونوں کی جسامت کے تعین میں اس کا خاصا اثر ہوگا۔ رباطوں اور ستونوں کے اندر جو خماؤ کا معیار پیدا ہوگا اس کا صحیح حساب ذرا پیچیدہ ہے۔ لیکن خماؤ کے معیار کا منحنی شکل ۱۲۱(ج) کی طرح کا ہوگا۔

دیکھو خماؤ کا معیار رباط کے نیم فصل پر صفر ہے اور ایک سرے پر مثبت قیمت سے لے کر دوسرے سرے پر منفی قیمت تک بدلتا ہے۔ چونکہ معیار سروں پر اعظم ہے اس لیے مناسب ہے کہ رباط ستونوں کے ساتھ اچھی طرح پہلودار کردیے جائیں نہ صرف اِس نقطے پر اُن کے معید مزاحمت کو زیادہ کرنے کے لیے بلکہ رباطی سلاخوں میں مطلوبہ بندشی مضبوطی حاصل کرنے کے لیے جس کا خود ستون کے عرض میں حاصل ہونا ناممکن ہے۔ رباط کی گہرائی کے مساوی ستون کے طول میں معیار کا جو نعاکس پیدا ہوتا ہے اُس کی وجہ سے یہ بھاری بندشی زور ستونوں کی سلاخوں میں بھی پیدا ہوتے ہیں۔ پہلو بڑا ہو تو اس سے یہ طول بڑا ہوجاتا ہے اور ستون کی سلاخوں میں بندشی زور اسی تناسب سے کم ہوجاتا ہے۔

اگر رباط کے اعظم زور کو م سے تعبیر کیا جاتا ہے تو انتہائی سروں کو چھوڑ کر ستون کا اعظم معیار تقریباً م/۲ ہوگا۔ ستون کے اندر خماؤ کا معیار اس طرح بدلتا ہے: ایک رباط کی سطح میں مثبت ہوتا ہے پھر اس کے بعد کے رباط کی سطح میں منفی اور اسی سطح میں ایک دم منفی سے مثبت ہوجاتا ہے (دیکھو شکل ۱۲۱ ج)۔ اگر ستون کا معیارِ جمود اس کے سارے طول میں مستقل ہو تو رباط اور ان کے جوڑ طول اور صلابت میں مساوی ہوں تو عملی مقاصد کے لیے یہ کچھ زیادہ غلط نہیں کہ رباطوں کے معیاروں کے مجموعے م کو مینار کے مجموعی اُلٹاؤ کے معیار کے مساوی لیا جائے۔

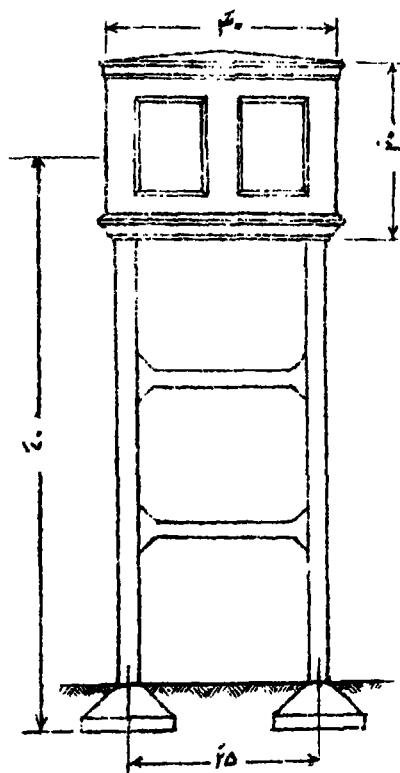
یہ قاعدہ سب میں پہلے ہم ہی نے وضع کیا ہے۔ بے شک یہ صرف تقریبی طور پر صحیح ہے۔ بالکل صحیح جو قاعدہ ہے اس میں ستونوں اور رباطوں کی صلابتیں شامل ہوتی ہیں اور جملے بہت پیچیدہ ہوجاتے ہیں۔ ہمارا دیا ہوا قاعدہ بہت سادہ اور آسان ہے اور کچھ زیادہ غلط نہیں۔

مثلاً فرض کرو کہ ایک مینارے کو چار سطحوں پر رباط ہیں (شکل ۱۲۲) اور ہوا کے واسطے اس کی سطح ۴۰ × ۴۰ = ۶۰۰ مربع فٹ کھلی ہوئی ہے جس کا اوسط فاصلہ

بنیادوں سے ۷۰ فٹ ہے۔ پون کی وجہ سے مجموعی الٹاؤ کا معیار

$م = ٦٠٠ \times ٥٠ \times ٧٠ \times ١٢ = ٢٫٥٢ \times ١٠^{٧}$ پونڈ انچ

۵۰ پونڈ فی مربع فٹ پون کا اعظم دباؤ لیا گیا ہے۔ یہ بیشک بالکل اعظم قیمت ہے لیکن ستونوں اور رباطوں کا رقبہ نہیں لیا گیا اس لیے اتنا دباؤ لینا مناسب تھا۔

شکل ۱۲۲

پن مینار کی رباط بندی کی مثال

فرض کرو کہ مینارے کے چار ستون ہیں۔ تب دونوں طبقوں میں سے ہر ایک میں رباطوں میں آٹھ موثر جوڑ ہونگے یعنی کل سولہ جوڑ۔ اِس طرح رباط کو معیار

$\frac{٢٫٥٢ \times ١٠^{٧}}{١٦} = ١٫٥٧٥ \times ١٠^{٦}$ پونڈ انچ

کے لیے تجویز کرنا چاہیے۔ اور ستونوں میں معیار

$$\frac{٦١٠ \times ١،٥٨}{٢} = ٧٩٠٠٠٠$$ پونڈ/انچ

کی رعایت رکھنی چاہیے۔

بالائی اور زیریں جوڑوں کی صورت میں رباطوں کے معیار ستونوں کے معیار کے مساوی ہوتے ہیں اور اس طرح یہ رباط اتنے موثر نہیں ہوتے۔ اس کی رعایت سے شاید یہ بہتر ہوتا کہ ۱۶ کی بجائے ۱۲ جوڑ سمجھے جاتے۔

یہ پایا جائیگا کہ اگر زور وہی رکھے جائیں تو اس معیار کی وجہ سے ستونوں کی مطلوبہ جسامت بہت بڑھ جاتی ہے۔ چنانچہ اوپر کی مثال میں اگر پانی سے بھرے ہوئے مینارے کا وزن ۲ × ٦١٠ پونڈ ہو تو بوجھ فی ستون ۵ × ٩١٠ پونڈ ہوگا اور خماؤ کے معیار کو نظر انداز کرکے زور ۵۰۰ پونڈ فی انچ۲ کے لحاظ سے مناسب تجویز یہ ہوگی کہ ۳۰" × ۳۰" کا ستون لیا جائے اور اس میں ۱ فیصدی فولاد ہو۔ اب اس ستون پر خماؤ کے معیار ۷۹۰۰۰۰ پونڈ/انچ کی وجہ سے زور کا اضافہ ۵۰۰ پونڈ فی انچ۲ ہوگا اور اس طرح مجموعی زور ۱۰۰۰ پونڈ فی انچ۲ ہو جائیگا۔ اس زور کو عملی زور تک گھٹانے کے لیے ظاہر ہے کہ ستون کے ابعاد کو یا زیادہ تر فولاد کی مقدار کو بڑھانا ہوگا۔

اب بنیادوں کی تجویز پر آؤ۔ فرض کرو کہ ہر ستون کے نیچے ایک مجرد پایہ ۱۲ فٹ مربع دیا گیا ہے۔ پون کے بغیر زمین کے اوپر دباؤ

$$د = \frac{٥٠٠٠٠٠}{١٤٤} = ٣٤٧٠$$ پونڈ فی فٹ۲

اب بنیادوں پر پون کے دباؤ کے اثر کو دیکھو۔ مینارے پر بحیثیت مجموعی اس دباؤ سے یہ خروج المرکز پیدا ہوگا

$$ز = \frac{م}{و} = \frac{٦١٠ \times ٢٥١٢}{٦١٠ \times ٢} = ١٢٦٦"$$

اگر ستون باہم ۲۵ فٹ کے فاصلے پر ہوں تو باد پشت رخ کی جانب اوسط دباؤ میں

اضافہ ابتدائی قیمت کا

$$\frac{۱۲٫۶ \times ۲}{۱۲ \times ۲۵} = ۰٫۰۸۴$$

گنا ہوگا یعنی بنیادی دباؤ

د = ۳۴۷۰ × ۱٫۰۸۴ = ۳۷۶۰ پونڈ فی فٹ^{۲}

اِس مثال میں اضافہ بہت تھوڑا ہے۔

لیکن رباط بندی کی تجویز میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ پائے اتنے صلب ہیں کہ ستونوں پر وہ وہی معیار ڈالتے ہیں جو سطح زمین کے رباط ڈالتے تھے۔ اس لیے ہر پائے پر ۷۹۰۰۰ پونڈ انچ کے معیار کا زمینی دباؤ پر اثر دیکھنا چاہیے۔ اس معیار سے خروج المرکز

$$ز = \frac{۷۹۰۰۰}{۵۰۰۰۰} = ۱٫۵۸''$$

اس لیے بنیادوں کے نیچے اعظم دباؤ

$$د = ۳۷۶۰ \left(۱ + \frac{۱٫۵۸ \times ۶}{۱۲ \times ۱۲}\right)$$

= ۴۰۰۰ پونڈ فی فٹ^{۲}

یعنی پون کی وجہ سے دباؤ ۳۴۷۰ سے ۴۰۰۰ ہو گیا۔ دیکھو یہ جو مثال لی گئی ہے ایسی ہے جس میں پون کی وجہ سے دباؤ کا اضافہ اوسط سے کم ہوگا کیونکہ مینارہ بہت بڑی گنجایش کا لیا گیا ہے۔ چھوٹے میناروں میں پون کے دباؤ کی نسبت وزن سے بہت زیادہ ہوتی ہے اور ستونوں اور بنیادوں پر اس کا اثر بھی اسی نسبت سے زیادہ ہوتا ہے۔

مثال سے البتہ یہ معلوم ہو جائیگا کہ کیا کیا باتیں غور طلب ہوتی ہیں۔

ربالوں کے باہمی فاصلے کی تعیین زیادہ تر اس نقطۂ نظر کے تحت ہوتی ہے کہ ستون کے بے سہارے طول کی نسبت اس کے قطر سے اتنی زیادہ نہ ہو کہ خمیانے کا احتمال ہو۔ لیکن اس نقطۂ نظر سے جو قیمت حاصل ہو باہمی فاصلے کو اس سے بھی کم رکھنا مناسب ہے۔

بابِ یازدہم

پشتہ دیواریں

ہر ڈھیلی شے (جیسے کہ مٹی) ایک خاص ڈھال پر کھڑی ہو سکتی ہے۔ ڈھال کا زاویہ اس شے کے خواص پر اور بڑی حد تک ذرات کی باہمی رگڑ پر منحصر ہوگا۔ اس رگڑ کے علاوہ اکثر مٹیوں میں اتصال کی خاصیت ہوتی ہے جس کی وجہ سے وہ اس سے بڑے ڈھال پر کھڑی ہو سکتی ہیں[1]۔ موسم کے تغیرات کے تحت اور خاص کر پانی کے اثر سے یہ قوتِ اتصال بالکل یا تقریباً بالکل ضائع ہو سکتی ہے۔ اسی وجہ سے جب رینکن نے مٹی کے دباؤں کی تحقیقات کی تو قوتِ اتصال کو بالکل نظر انداز کیا اور اپنے قواعد کی بنا صرف ذرات کی باہمی رگڑ پر رکھی۔ بھرائی کی بالائی سطح افقی ہو تو اس نے مٹی کی اس رگڑ کو بھی نظر انداز کیا جو پشتہ دیوار کی پشت کے ساتھ ہو۔

کرۂ ہوائی کے طبعی حالات کے تحت مٹی جس قدرتی ڈھال پر کھڑی ہوتی ہے

---

[1] "اتصال" اور مختلف حالات کے تحت مٹی کے طرزِ عمل کا مضمون بڑا وسیع مضمون ہے اور اس کے متعلق ابھی کافی معلومات موجود نہیں۔ بعض مٹیاں (مثلاً صاف ریت) نمی کی حالت میں خشکی سے زیادہ ڈھال پر کھڑی رہتی ہیں۔ البتہ اگر نمی کی مقدار ایک خاص حد سے زیادہ ہو تو اتصال غائب ہو جاتا ہے اور ڈھال کا زاویہ گھٹ کر صفر ہو جا سکتا ہے۔
اتصال کے مضمون پر پری لینی کی کتاب "مٹی کے ڈھال اور پشتہ دیواریں" سے مدد لی جائے۔

اگر اس کو اس سے زیادہ ڈھال پر ٹھہرانا مطلوب ہو تو ضروری ہوتا ہے کہ اس کے سامنے ایک پشتہ دیوار بنائی جائے اور اس پشتہ دیوار پر دباؤ دیوار کے رُخ کے ڈھال اور مٹی کے قدرتی ڈھال کے فرق پر منحصر ہوگا۔ اگر مٹی کے ایک کٹے کو جس کی بالائی سطح افقی ہو ایک انتصابی دیوار تھامے ہوئے ہو تو کسی گہرائی پر دباؤ کے ڈینکن کے ضابطے سے

$$\text{د} = \text{و گ} \left(\frac{\text{۱} - \text{جب طہ}}{\text{۱} + \text{جب طہ}} \right)$$

اُن مفروضوں کے تحت ہوگا جن کا ذکر اوپر کیا جاچکا ہے۔ یہاں طہ مٹی کی رگڑ کا زاویہ ہے یعنی وہ زاویہ جس کا ماس رگڑ کی قدر کے مساوی ہے۔ اگر مٹی کی بالائی سطح افقی کی بجائے سربار ہو اور اس کا ڈھال صہ ہو (شکل ۱۲۳) تو ضابطہ یہ ہے

$$\text{د} = \text{و گ جم صہ} \; \frac{\text{جم صہ} - \sqrt{\text{جم}^2\,\text{صہ} - \text{جم}^2\,\text{طہ}}}{\text{جم صہ} + \sqrt{\text{جم}^2\,\text{صہ} - \text{جم}^2\,\text{طہ}}}$$

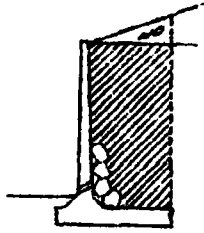
اگر ایک پشتہ دیوار کے پیچھے بھرائی پر ایک بالا بوجھ ہو تو دیوار کے چہرے پر ایک مزید دباؤ پڑیگا۔ یہ اضافہ پوری گہرائی کے لیے مستقل ہوگا اور اس کی قیمت یہ ہوگی

$$\text{د} = \text{و} \; \frac{\text{۱} - \text{جب طہ}}{\text{۱} + \text{جب طہ}}$$

اور اس کا حاصل دیوار کے قاعدے سے $\frac{\text{گ}}{\text{۲}}$ کی بلندی پر عمل کرتا ہے۔ یہاں و بالا بوجھ فی اکائی رقبہ ہے۔

پشتہ دیواروں کے دباؤ کے لیے اور بہت سے ضابطے تجویز کیے گئے ہیں[۱]

[۱] یہ عام طور پر تسلیم کیا جاتا ہے کہ کھائیوں میں جو بیچنے کی اڑواڑ بندی پر مٹی کا دباؤ خندق کے نچلے حصہ کی بہ نسبت اوپر کے حصے میں زیادہ ہوتا ہے۔ اب خیال گزر سکتا ہے کہ یہ واقعہ ڈینکن کے ضابطے کے بالکل الٹ ہے۔ لیکن ایسا نہیں کیونکہ حالات بالکل مختلف ہیں۔ خندق کی اڑواڑ بندی پر دباؤ کی تقسیم پشتہ دیوار کے مانند ہوگی اُس وقت کہ مٹی ابھی ابھی بھری گئی ہو لیکن پشتہ دیواروں میں یہ ممکن ہے کہ پورا دباؤ مہینوں تک نہ پیدا ہو۔ اس کی بہت سی مثالیں دی جا چکی ہیں۔

مثلاً مٹی اور دیوار کے درمیان کی رگڑ کا لحاظ کرکے۔ لیکن کسی تعمیر کی بنا نظری حسابات
پر (جن میں رگڑ کی قدر شریک ہوتی ہے
جو رطوبت کے حالات کے ساتھ بدلتی
ہے) رکھنے کی بجائے بہتر ہوگا کہ اس
کی بناء تجرباتی نتائج پر رکھی جائے۔
اسی وجہ سے رینکن کے ضابطے کی
اس شرط کے ساتھ سفارش کی جاتی
ہے کہ ط کی قیمت مادے کے قدرتی
ڈھال پر تجربہ کرکے نہ حاصل کی جائے
بلکہ اگر ممکن ہو تو ایسی پشتہ دیوار کے تناسبوں سے جو قابل اطمینان ثابت ہوئی ہوں۔
ذیل کی جدول میں ط، جب ط، اور مقدار $\frac{۱ - جب ط}{۱ + جب ط}$ کی وہ قیمتیں دی جاتی ہیں
جو تجربے سے پشتہ دیواروں کے لیے محفوظ ثابت ہوئی ہیں۔
وزن فی مکعب فٹ کی اوسط قیمتیں بھی دی گئی ہیں۔

شکل ۱۲۳ ۔ پشتہ دیوار سربار کے ساتھ

	ط	جب ط	$\frac{۱ - جب ط}{۱ + جب ط}$	و پونڈ فی مربع فٹ	$\frac{و}{۲}\left(\frac{۱ - جب ط}{۱ + جب ط}\right)$
چکنی مٹی	۳۰	٫۵	٫۳۳۳	۱۲۰	۲۰
کوئلہ	۴۰	٫۶۴۳	٫۲۱۷	۵۳	۵٫۸
مٹی	۳۵	٫۵۷۴	٫۲۷۱	۸۰ تا ۱۲۰	۱۰٫۸ تا ۱۶٫۲
ریت (خشک)	۳۰	٫۵	٫۳۳۳	۹۰	۱۵
ریت (نم)	۳۵	٫۵۷۴	٫۲۷۱	۱۱۰	۱۵
ریت (تر)	۲۵	٫۴۲۳	٫۴۰۶	۱۲۵	۲۵٫۴
بیٹا	۴۰	٫۶۴۳	٫۲۱۷	۸۸ تا ۱۰۰	۹٫۶ تا ۱۰٫۸
پتھر (ٹوٹا ہوا)	۴۰	٫۶۴۳	٫۲۱۷	۸۸ تا ۱۰۰	۹٫۶ تا ۱۰٫۸

رینکن کے ضابطے میں ان میں سے کسی قیمت کو مندرج کریں تو دباؤ کی قیمت کسی گہرائی پر فی مربع فٹ
حاصل ہوگی۔ اگر پشتہ دیوار کی مجموعی بلندی گ ہو تو اگر مٹی کی بالائی سطح افقی ہو تو
مجموعی دباؤ ذیل کے ضابطے سے حاصل ہوگا

$$\text{دا} = \frac{\text{و گ}^2}{2}\left(\frac{1 - \text{جب طہ}}{1 + \text{جب طہ}}\right)$$

و مادے کا وزن فی مکعب فٹ ہے اور اس دباؤ کا حاصل قاعدے سے اوپر
$\frac{\text{گ}}{3}$ کی بلندی پر عمل کریگا۔

بڑی آسانی سے دباؤ دا کی قیمت اس طرح حاصل ہوجاتی ہے کہ اوپر کی
جدول کے اخیر کالم کی قیمت کو گ^2 سے ضرب دے دو۔

مٹی کے دباؤ کے مسئلے کے سلسلے میں یہ ذکر کر دینا ضروری ہے کہ یہ بڑی
حد تک رطوبت کی مقدار پر منحصر ہے اور آب زدہ زمین میں اس کی قیمت بہت
زیادہ ہوجاتی ہے۔ اس وجہ سے یہ بہت ضروری ہے کہ پشتہ دیواریں
تھوڑے تھوڑے فاصلے سے بجر سوراخ کافی جسامت کے بنا دیے جائیں
تاکہ گلوگیر نہ ہوجائیں۔ اور بڑے بڑے گنڈ یا اینٹوں کے ڈھیر پشتہ دیوار کی
پیٹھ سے لگے ہوئے رکھ دیے جائیں تاکہ عمدہ پن بہاؤ حاصل ہو (شکل ۱۲۳)۔

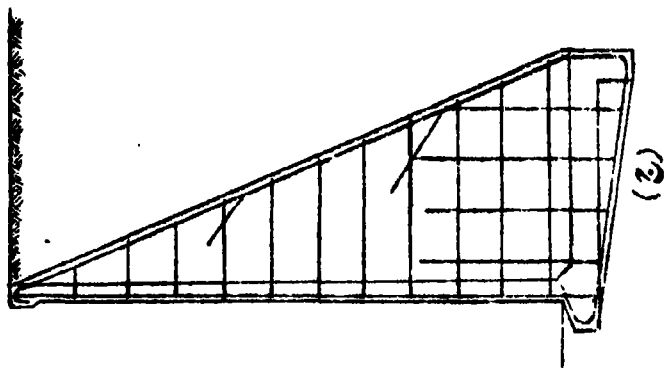
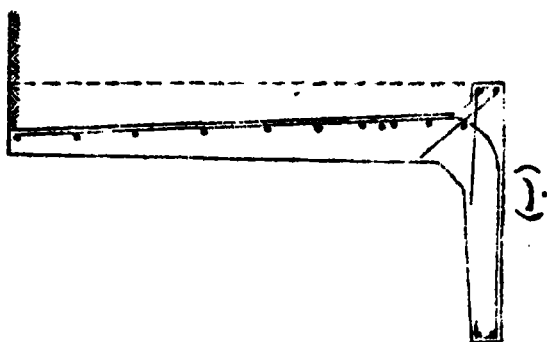
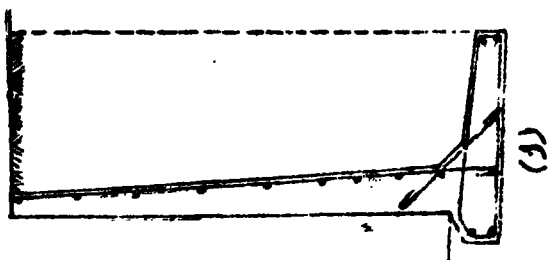
پشتہ دیواروں کی مختلف قسمیں

——— شکل ۱۲۴ میں
پشتہ دیواروں کی متعدد قسمیں دکھائی گئی ہیں جو عملاً اکثر اختیار کی جاتی ہیں۔ قسمیں
(ا) اور (ب) برآمدہ بیری دیواریں کہلاتی ہیں کیونکہ سامنے کی سل کی ساری
قائمیت اس وجہ سے ہے کہ وہ قاعدے کے گرد ایک برآمدہ بیرم ہے۔

لیکن قسم (ج) میں تھوڑے تھوڑے فاصلے سے مثلثی پشتے بنائے
گئے ہیں اور سل ان کے درمیان فصل کو پاٹتی ہے۔ اس قسم کو پشتہ یا
یا پشتہ دیوار کہتے ہیں۔

(ا)

(ب)

(ج)

شکل ۱۲۴ـ پشتہ دیواروں کی قسمیں

طریق تسمیہ ــــــ پشتہ دیوار کے مختلف حصوں کے ذکر میں خلط ملط سے بچنے کے لیے کوئی اختیاری قرار داد اختیار کر لینی چاہیے جس کو ساری بحث میں استعمال کیا جا سکے۔

اس طرح کی ایک قرار داد شکل ۱۲۵ میں دکھائی گئی ہے۔ اس میں پشتہ دیوار کو ایک انسان سے تمثیل دی گئی ہے جو تھامی ہوئی مٹی کی طرف پیٹھ کر کے کھڑا ہے اور اس کے لحاظ سے مختلف حصوں کو پنجہ، ایڑی، سامنا اور پیچھا کہا گیا ہے۔ اب معلوم ہوگا کہ شکل ۱۲۴ میں قسموں (ا) اور (ب) میں صرف پنجہ اور ایڑی کے باہمی تناسب کے لحاظ سے اختلاف ہے۔ لیکن یہ اختلاف اہم ہے کیونکہ اس سے دیوار کے ابعاد پر جو قائمیت کے لیے مطلوب ہیں بہت بڑا اثر پڑتا ہے۔ دیکھو قسم (ا) کو الٹانے کے لیے مٹی کو نقطہ دار خط تک اٹھانا پڑیگا اور قسم (ب) کو الٹانے کے لیے صرف انتصابی دیوار کے وزن کو اور تھوڑی سی مٹی کو جو ایڑی کے اوپر ہے اٹھانا پڑیگا۔ اس وجہ سے یہ پایا جائیگا کہ الٹاؤ کے خلاف ایک دی ہوئی قدر سلامتی کے لیے قاعدے اور ارتفاع کی نسبت قسم (ا) میں قسم (ب) سے بہت کم رکھی جا سکتی ہے۔ اس نسبت کی قیمت قسم (ا) میں ۴ء سے ۵ء تک ہوتی ہے اور قسم (ب) میں ۵ء سے ۷ء تک۔ اس طرح قسم (ا) کی تجویز فولاد اور کنکریٹ کی مطلوبہ مقدار کے لحاظ سے کفایت میں ہو سکیگی۔ لیکن اگر دیوار کو تعمیر کرنے کے لیے اس مٹی کو کھودنے کی ضرورت ہو جس کو شکل میں سایہ دار دکھایا گیا ہے تو اس کی مقدار قسم (ا) میں بہت زیادہ ہوگی۔ اس وجہ سے ممکن ہے کہ قسم (ا) میں بحیثیت مجموعی کفایت نہ ہو۔ نیز جب پشتہ دیوار اس مطلب کے لیے ہو کہ کسی

عقبی رُخ — سامنے کا رُخ — پنجہ — ایڑی

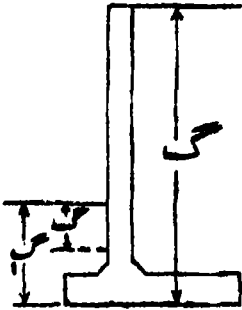
شکل ۱۲۵۔ پشتہ دیوار سے متعلق اصطلاحیں

کرسی کے گرد کی مٹی کو تھامے رکھے اور یہ مطلوب ہو کہ اپنی زمین سے تجاوز کیے بغیر زیادہ سے زیادہ رقبہ حاصل ہو تو یہ معلوم ہوگا کہ قسم (ب) زیادہ مناسب ہے اگرچہ اس کی لاگت کسی قدر زیادہ ہو۔ اس کے علاوہ عام طور پر قسم (ب) میں بنیاد پر زور کم پڑیگا۔

برآمدہ بیری قسم کی دیوار عام طور پر ۲۰ فٹ تک کی بلندیوں کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس سے بڑی بلندیوں کے لیے پشتہ والی قسم ارزاں ہوگی اور پشتے قابل اعتراض نہ ہوں تو اس قسم کو استعمال کیا جائے۔ پشتوں کے قابل اعتراض ہونے کی ایک مثال یہ ہوگی کہ کرسی استعمال کے لیے ہو اور پشتے اس میں نکل آئیں۔ دیوار کے بہترین ابعاد کیا ہوں یہ نہ صرف تھامے جانے والے مادے پر بلکہ دیوار کی بنیاد کے نیچے کی مٹی پر بھی منحصر ہے۔ الٹاؤ عموماً اس وقت تک واقع نہ ہوگا جب تک کہ پنجے کے سامنے کے کنارے کے نیچے دباؤ بے خطر حد سے نہ بڑھ جائے۔

پشتہ دیواروں کی قدر سلامتی کے متعلق ایک دلچسپ نکتہ پیدا ہوتا ہے۔ اگر فولاد اور کنکریٹ کے معمولی زوروں سے تجاوز نہ کیا گیا ہو تو تعمیر میں حقیقی قدر سلامتی شکستگی کے خلاف دو اور تین کے درمیان ہوگی۔ لیکن یہ کہنا کہ تعمیر میں اتنی قدر سلامتی ہے بجا نہیں۔ کیونکہ دیوار پر الٹاؤ کا معیار اس حد تک نہیں بڑھایا جا سکتا کیونکہ دیوار اس سے بہت پہلے الٹ جائیگی۔ اور اگرچہ مسالے کی شکستگی کے خلاف قدر سلامتی دو اور تین کے درمیان ہو لیکن الٹاؤ کے خلاف قدر سلامتی ایک سے بہت زیادہ نہیں کسی پرانی دیوار کو سرپار کرتے وقت اس نکتے کا خیال رکھنا چاہیے اور نیز اس وقت بھی جب یہ تصفیہ کرنا ہو کہ دیوار کی پشت پر کتنے دباؤ کی رعایت رکھی جائے۔ اگر یہ دباؤ کم اندازہ کیا گیا ہو تو اس کا نتیجہ ممکن ہے کہ صرف دیوار کے اندر زوروں کا بڑھ جانا نہ ہو بلکہ بحیثیت مجموعی اس کی قائمیت بھی خطرے میں ہو سکتی ہے۔

الٹاؤ کے علاوہ پشتہ دیوار کو آگے پھسلنے سے بھی بچانا چاہیے۔ یہ بچاؤ اس طرح ہو سکتا ہے کہ پایوں کی تہ کو سطح زمین سے کافی دور تک نیچے لے جایا جائے۔ کسی مسالے کے لیے کم سے کم گہرائی رینکین کے ضابطے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ شکل ۱۲۶ کو دیکھو۔ زمین کے نیچے بنیاد کی گہرائی کم ہو تو مٹی کے

حرکت میں آنے سے پہلے کسی گہرائی گ پر افقی دباؤ

$$د = وگ \frac{1 + جب ط}{1 - جب ط}$$

اس طرح گہرائی گ تک مجموعی دباؤ

$$د = \frac{وگ^2}{2} \left(\frac{1 + جب ط}{1 - جب ط} \right)$$

جہاں ط باہر کی زمین کے مادے کا ٹھہراؤ کا زاویہ ہے۔ اس لیے پھسلن کو روکنے کے لیے یہ کافی ہے کہ تھامی ہوئی شے کا دباؤ اس سے زیادہ نہ ہو۔ عام طور پر اس آگے وار

شکل ۱۲۶

پھسلن کو روکنے کے لیے قاعدے کے نیچے کی رگڑ کو بھی محسوب کیا جاسکتا ہے۔ اس مطلب کے لیے رگڑ کی جو بے خطر قدر لی جائیگی وہ ناموافق حالات میں موجود ہونے والی رطوبت پر منحصر ہوگی۔ اگر پانی موجود ہو تو اس کا قاعدے کے نیچے اترنا بہت اغلب ہے جب کہ دیوار کی بلندی کے مقابلے میں قاعدہ اتنا چھوٹا ہو کہ ایڑی کے پچھلے کنارے کے نیچے دباؤ نہ ہو اور عملاً یہ اکثر واقع ہوتا ہے۔ اس وجہ سے مناسب یہ ہے کہ پائے کے عرض میں فیاضی سے کام لیا جائے۔ اگر دیوار سخت کہر کے تحت آنے والی ہو تو تھامی ہوئی زمین کی بالائی سطح پھیل کر بہت دباؤ ڈالیگی اور دیوار کو الٹ دینے کا اقتضا رکھیگی۔ اس کو ایک حد تک اس طرح روک سکتے ہیں کہ پشتہ دیوار کے اوپر کے سرے کو شکل ۱۲۷ کے مطابق بنایا جائے۔ تعمیر کا یہ نمونہ خالص کنکریٹ کی متعدد تعمیروں میں اختیار کیا گیا ہے لیکن محکم کنکریٹ کی دیواروں کے لیے بھی اتنا ہی موزوں ہے۔

پشتہ دیواروں کی تجویز میں ایک نکتہ بہت توجہ کا محتاج ہے اور وہ سامنے کے رخ اور پائے کا ربط ہے اور تناؤ والی سلاخوں کے لیے ضروری بندش مہیا کرنا خاص طور پر اہم ہے۔ یہ ہمیشہ مناسب ہے کہ پائے اور انتصابی سل کے

درمیان بڑے بڑے پہلو بنائے جائیں۔
اس کا بھی خیال رکھو کہ قسم (ج) میں زمین کا اقتضا یہ ہوتا ہے کہ دیوار کو پشتوں سے ڈھکیل کر ہٹا دے۔ اس لیے یہاں بندھن لگانے ہونگے۔

شکل ۱۲۷۔ پالے سے پیدا ہونے والے پھیلاؤ کے اثرات سے بچنے کے لیے پشتہ دیوار کی ڈھالواں چوٹی۔

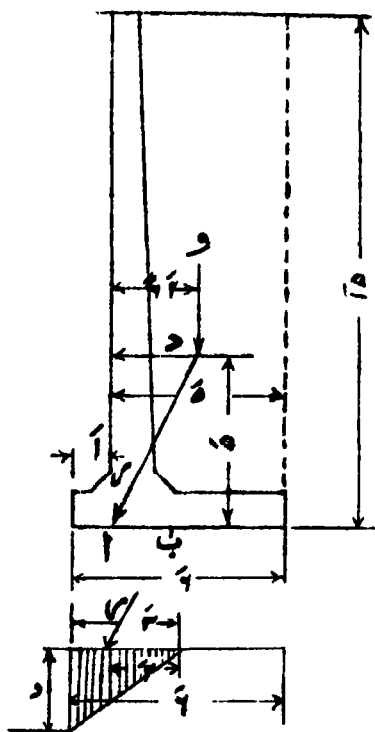
مثال — قسم (ا) کی ایک پشتہ دیوار کی تجویز کی مثال دی جاتی ہے جس کے ابعاد شکل ۱۲۸ میں دیے گئے ہیں۔ تھامے جانے والے مادے کا ٹھہراؤ کا زاویہ ۳۰° ہے جس کی جیب $\frac{۱}{۲}$ ہے اور اس طرح جملہ $\frac{۱ - جب\ طہ}{۱ + جب\ طہ}$ کی قیمت $\frac{۱}{۳}$ ہوئی۔ اس مادے کا وزن ۱۲۰ پونڈ فی فٹ^۳ لیں تو دیوار پر مجموعی افقی دباؤ

$$د = \frac{و\ گ^۲}{۲}\left(\frac{۱ - جب\ طہ}{۱ + جب\ طہ}\right)$$

$$= \frac{۲۲۵ \times ۱۲۰}{۳ \times ۲} = ۴۵۰۰$$ پونڈ دیوار کے فی طولی فٹ

یہ دباؤ بنیاد سے ۵ فٹ اوپر عمل کرتا ہے اور اس طرح الٹاؤ کا معیار

$$م = ۴۵۰۰ \times ۶۰ = ۲۷۰۰۰۰$$ پونڈ انچ

اب پائے کے نچلے پہلو پر دباؤ کی تقسیم پر غور کرو۔ ہمارے مطلب کے لیے یہ کافی صحیح ہے کہ الٹاؤ کی مزاحم زمین کی جسامت ۱۵ انچ گہری اور ۵ فٹ چوڑی لی جائے جس کا

شکل ۱۲۸۔ مثال

وزن دیوار کے فی طولی فٹ

و = ۱۵×۵×۱۲۰ = ۹۰۰۰ پونڈ

یہ دیوار کے سامنے کے رُخ سے ۲ فٹ ۶ انچ پیچھے عمل کرتا ہے۔ و اور د کے نقطۂ تقاطع میں سے اِن کا حاصل کھینچا جاسکتا ہے اور کھینچنے پر معلوم ہوگا کہ یہ پائے کے نچلے پہلو کو پنجے کے سامنے کے سرے سے ۱۲ انچ کے فاصلے پر قطع کرتا ہے اور اتفاق سے یہ دیوار کے سامنے کے رُخ کے خط میں ہے۔ اِس طرح اس قوت کا خروج المرکز ۲ فٹ ہوا مٹی پر اوسط دباؤ = ۹۰۰۰/۶ = ۱۵۰۰ پونڈ فی مربع فٹ۔ اگر خروج المرکز چھوٹا ہوتا یعنی دیوار کے عرض کے ۱/۶ سے کم ہوتا تو پنجے کے سامنے کے کنارے کے نیچے کا اعظم دباؤ اس دباؤ کو جملہ

$$1 + \frac{6 ز}{ض}$$

سے ضرب دینے سے حاصل ہوتا جہاں ز خروج المرکز ہے اور ض قاعدے کا عرض۔ لیکن اگر خروج المرکز ض/۶ سے زیادہ ہو تو اس ضابطے کے استعمال میں یہ فرض کرنا ہوگا کہ ایڑی کے پچھلے کنارے پر پائے اور نیچے کی مٹی کے درمیان تنشی زور ہے۔ لیکن چونکہ یہ تنشی زور واقع نہیں ہو سکتا اس لیے دباؤ کی تقسیم بدل جائیگی اور اس کی شکل ایک مثلث کی ہوگی۔ حاصل اس کے مرکز جاذبیت سے گزریگا۔ موجودہ صورت میں مثلث کا عرض ۳ فٹ ہونا چاہیے (شکل ۱۲۸)۔ اوپر وار قوتیں جو سایہ دار رقبہ سے دکھائی گئی ہیں نچوار قوتوں یعنی ۹۰۰۰ پونڈ کے مساوی ہونی چاہییں۔ اس طرح

$$\frac{د \times ۳}{۲} = ۹۰۰۰$$

ش د = ۶۰۰۰ پونڈ فی فٹ^۲

یہ دباؤ خاصا ہے اور صرف عمدہ مٹی کے لیے بے خطر ہے۔ اگر اس دباؤ کو کم کرنا چاہیں تو پنجے کے ملنف کو بڑھا کر کر سکتے ہیں۔

اب دیوار کے مختلف حصوں کے زوروں اور ابعاد کو معلوم کرنے کے لیے پہلے انتصابی سل پر غور کرو۔ چونکہ قاعدے کی موٹائی ۱ فٹ سے کم نہ ہوگی اس لیے ہم کو صرف آزاد سطح سے ۱۴ فٹ نیچے کی تراش پر خماؤ کا معیار معلوم کرنے کی ضرورت ہے۔ اس تراش پر خماؤ کا معیار یہ ہوگا۔

$$27000 \times \left(\frac{14}{15}\right)^3 = 22000 \text{ پونڈ انچ}$$

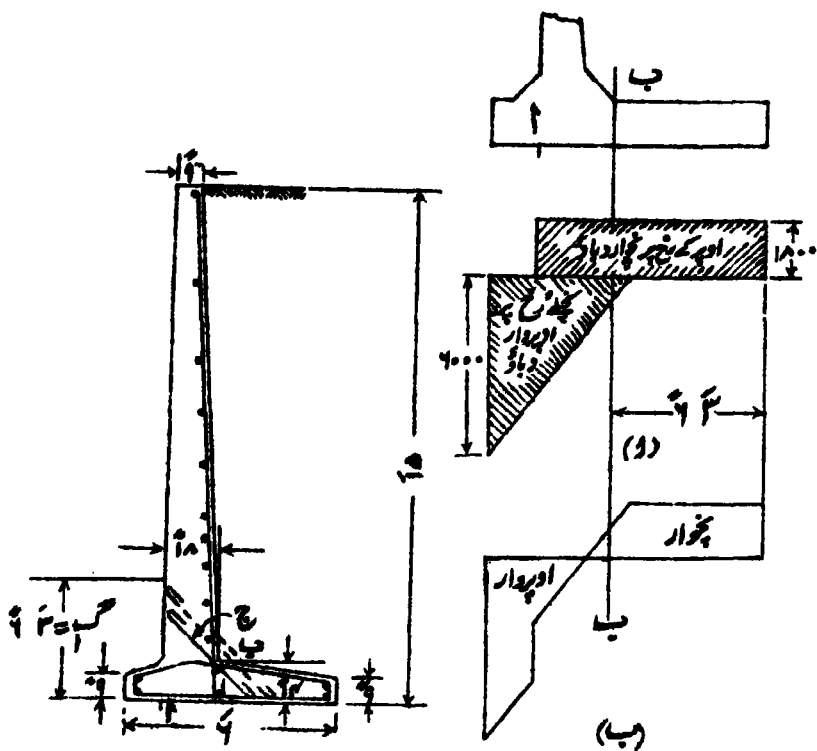
فولاد ۶۷۵ء فیصدی اور زور ۱۶۰۰۰، ۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ لینے سے ض کی مطلوبہ قیمت

$$ض = \sqrt{\frac{22000}{12 \times 95}} = 13.9 \text{ انچ}$$

جن حالات کے تحت پشتہ دیوار عموماً بنائی جاتی ہے وہ کسی قدر ناموافق ہوتے ہیں کیونکہ اس بات کا اہتمام ذرا مشکل ہوتا ہے کہ مٹی کے ذرات کنکریٹ کے اندر بالکل راہ نہ پائیں اور سلاخیں ٹھیک ٹھیک اسی طرح رکھی جائیں جس طرح نقشوں میں دکھایا گیا ہو۔ ان حالات کا لحاظ کرتے یہ مناسب ہے کہ سلاخوں پر کنکریٹ کی پوشش بہت تھوڑی نہ رکھی جائے اور موجودہ مثال میں قاعدے پر دیوار کی مجموعی موٹائی کے لیے ″۱۸ بہت موزوں ہے۔ چونکہ دیوار کے اوپر کے سرے کی جانب معیار تیزی سے گھٹتا ہے اس لیے موٹائی بھی گھٹائی جاسکتی ہے اور اوپر کے سرے کو ″۹ موٹا بنا سکتے ہیں۔ قاعدے پر فولاد کا رقبہ دیوار کے فی طولی فٹ یہ ہوگا

$$\frac{12 \times 13.9 \times .675}{100} = 1.12 \text{ مربع انچ}$$

فولاد کا موزوں انتظام یہ ہوگا کہ ″$\frac{1}{2}$ کی سلاخیں پچھلے رُخ کی طرف ″۲ کے فاصلہ سے ترتیب دی جائیں۔ اوپر کی طرف خماؤ کا معیار گھٹتا ہے اور اس کا منحنی ایک کعبی مکافی ہوتا ہے اس لیے ضروری نہیں کہ سب سلاخیں پورے

اوپر تک جائیں۔ یہ کر سکتے ہیں کہ سلاخوں کی نصف تعداد اوپر کے سرے سے ۸ فٹ نیچے روک دی جائے۔ سلاخوں کے نچلے سروں کو ثابت کرنے کے لیے ایک آنکڑا محکمہ استعداد کا لگانا ہوگا۔ اگر یہ ۱/۲ انچ والی سلاخیں شکل ۱۲۹ کی طرح آنکڑے میں اٹکا دی جائیں تو ایک ۱/۲ انچ کی سلاخ استعمال کی جا سکتی ہے جو دباؤ کو کنکریٹ کے ایک بڑے رقبے پر تقسیم کرے۔

شکل ۱۲۹
پشتہ دیوار کا استحکام

شکل ۱۳۰
پائے پر غیر متوازن دباؤ

اب نیچے کی تجویز پر غور کرو۔ دباؤ کے نقشے (شکل ۱۳۰) سے معلوم ہوگا کہ سامنے کے کنارے پر دباؤ ۶۰۰۰ پونڈ فی فٹ^۲ ہے اور سامنے کے رخ کے

عین نیچے ۴۰۰۰ پونڈ فی فٹ² ہے۔ اس لیے پنجے پر اوپر وار دباؤ ۵۰۰۰ پونڈ ہے جو ۴ کے نصف قطر پر عمل کرتا ہے اور معیار ۲۵۰۰۰ پونڈ انچ پیدا کرتا ہے۔ اس سے فولاد کا مطلوبہ رقبہ حاصل ہوگا۔ لیکن پنجے کی گہرائی کو جزر کے لحاظ سے حاصل کرنا مناسب ہے کیونکہ اتنے چھوٹے برآمدہ بیرم کے لیے جزر خاصا اہم ہوگا۔ ۱۲ آ کی گہرائی ہو تو جزری زور $\frac{۵۰۰۰}{۱۴۴}$ = ۳۵ پونڈ فی انچ² ہوگا جو بے خطر ہے۔

چونکہ دیوار کا مزاحم معیار پنجے اور ایڑی کے معیاروں سے مرکب ہے اور الٹاؤ کے معیار کے مساوی ہونا چاہیے اس لیے اب ہم ایڑی کا معیار فوراً حاصل کر سکتے ہیں کیونکہ یہ الٹاؤ کے معیار اور پنجے کے معیار کا فرق ہے۔ موجودہ مثال میں اس کی قیمت یہ ہوگی

۲۷۰۰۰۰ − ۳۵۰۰۰ = ۲۳۵۰۰۰ پونڈ انچ

موجودہ مثال میں ایڑی کا معیار تقریباً وہی ہے جو انتصابی رُخ کی سب میں نچلی تراش کے لیے حاصل ہوا ہے اس لیے وہی ابعاد یعنی وہی موٹائی اور فولاد کا وہی انتظام اختیار کیے جا سکتے ہیں۔ ایڑی کا یہ معیار دراصل نقطہ ا پر ہے (کیونکہ پنجے کا معیار ۲۵۰۰۰ اس نقطہ تک لیا گیا ہے)۔ نقطہ ب پر معیار اس سے بہت کم ہوگا۔

ب پر معیار معلوم کرنے کے لیے ضروری ہے کہ پایوں پر عمل کرنے والے دباؤ معلوم کیے جائیں سارے دباؤں کا نقشہ شکل ۱۳۰ (و) میں دیا گیا ہے۔ نچلے رُخ کا اوپر وار دباؤ ایک مثلث سے تعبیر ہوتا ہے اور پنجے کے سامنے کے کنارے پر ۶۰۰۰ پونڈ فی فٹ² ہے اور وہاں سے ۳ فٹ کے فاصلے پر گھٹ کر صفر ہو جاتا ہے سپاٹ کے اوپر کے رخ پر نچوار دباؤ صرف مٹی کا ساکن وزن ہوگا اور موجودہ صورت میں اس کی قیمت یہ ہوگی

۱۵ × ۱۲۰ = ۱۸۰۰ پونڈ فی فٹ²

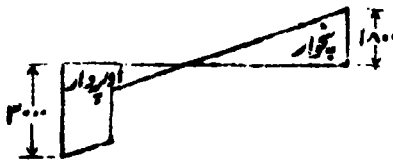
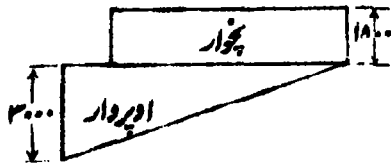
خماؤ کا معیار پیدا کرنے والا دباؤ دراصل ان دونوں کا فرق ہے اور شکل ۱۳۰ (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ موجودہ صورت میں دیکھو ب کے دائیں طرف کے غیر متوازن دباؤ کو کافی صحت کے ساتھ مستقل سمجھا جا سکتا ہے جس کی قیمت

۱۸۰۰ پونڈ فی فٹ۲ ہے۔ کیونکہ نقطہ ب کے قریب جو چھوٹا سا مثلثی کونا چھوڑ گیا ہے وہ ب کے اتنا قریب ہے اور اتنا چھوٹا ہے کہ اُس کے معیار کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔

∴ ب پر خماؤ کا معیار (تقریباً)

$$= ۱۸۰۰ \times ۳\frac{۱}{۲} \times \frac{۳\frac{۱}{۲}}{۲} \times ۱۲ = ۱۳۲۰۰۰$$ پونڈ انچ

یہ پایا جائیگا کہ اس خماؤ کے معیار کی مزاحمت کے لیے ایڑی کی مجموعی موٹائی ۱۴ انچ ہونی چاہیے۔ اس کے اندر کنکریٹ کی ایک موٹی پوشش شامل ہے۔ اس پوشش کی ضرورت بیان ہو چکی ہے۔

موجودہ مثال میں اتفاق سے غیر متوازن دباؤ کے منحنی کی شکل ایسی تھی کہ ب پر معیار معلوم کرنا آسان ہو گیا۔ لیکن ہمیشہ ایسا نہیں ہو گا۔ مثلاً اگر بھرا ہوا مادہ دیوار کی پشت پر صرف آدھا دباؤ ڈالتا تو قاعدے کے اوپر دباؤ کا نقشہ شکل ۱۳۱ کے مطابق ہوتا۔

شکل ۱۳۱

پائے پر غیر متوازن دباؤ

لیکن اس دباؤ کے نقشہ کی شکل کچھ ہی کیوں نہ ہو ۔ ایڑی یا پنجے کے کسی نقطہ پر معیار معلوم کرنے میں کوئی حقیقی دقت نہیں ہوگی ۔ البتہ اس میں مشکل ہوگی کہ پنجے اور ایڑی میں فولاد کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ تبدشی زور بہت زیادہ نہ ہوں ۔ شکل ۱۲۹ یا ۱۲۸ (ب) کے انتظام موزوں ہونگے ۔

پائے کی سلاخوں میں اعظم تناؤ نقطہ ا پر پنجے کی نچلی طرف اور ب پر ایڑی کی بالائی سطح پر ہوگا ۔ پہلو سلاخیں لگائی جائیں (جن کو ج سے دکھایا گیا ہے) تو جوڑ بہت مضبوط ہو جائیگا ۔ اور اور زیادہ مضبوط ہو جائیگا اگر وہ پہلو لگا دیا جائے جس کو نقطہ دار دکھایا گیا ہے اور پہلو سلاخیں اٹھی ہوئی ہوں جیسا کہ نقطہ دار خطوط سے ظاہر ہوتا ہے ۔

اب پشتہ دیوار کے آگے پھسل جانے کے مسئلے پر غور کرو ۔ تھامے ہوئے مادے کا آگے وار دباؤ ۴۵۰۰ پونڈ فی طولی فٹ ہے ۔ اگر دیوار کے سامنے کے مادے کے لیے جب طہ = ½ تو

$$\frac{\text{۱ + جب طہ}}{\text{۱ − جب طہ}} = \text{۳}$$

اگر اس کی گہرائی گ۱ ہو تو اس کا مزاحم دباؤ

$$\text{ے} = \frac{\text{۱۲۰ (۱ + جب طہ)}}{\text{۲ (۱ − جب طہ)}}\ \text{گ}_{\text{۱}}^{\text{۲}} = \text{۱۸۰ گ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}$$

تھاما ہوا دباؤ = ۴۵۰۰ پونڈ فی طولی فٹ

$$\therefore\ \text{۱۸۰ گ}_{\text{۱}}^{\text{۲}} = \text{ے} = \text{۴۵۰۰}$$

$$\text{گ}_{\text{۱}} = \sqrt{\frac{\text{۴۵۰۰}}{\text{۱۸۰}}} = \text{۵ فٹ}$$

اس کے معنی یہ ہیں کہ اگر دیوار کی رگڑ والی مزاحمت نظر انداز کر دی جائے تو ضروری ہوگا کہ پائے کا نچلا رخ سطح زمین سے ۵ فٹ نیچے ہو ۔ اگر دیوار کے وزن کی وجہ سے رگڑ کا لحاظ رکھا جائے تو اس سے کم گہرائی کی

ضرورت ہو گی۔ مثلاً اگر موجودہ مثال میں کنکریٹ اور نیچے کی زمین کے درمیان رگڑ کی قدر $\frac{1}{۴}$ لی جائے تو پھسلن کو رگڑ کی مزاحمت

$$\frac{۹۰۰۰}{۴} = ۲۲۵۰ \text{ پونڈ فی طولی فٹ}$$

ہو گی یعنی جس اُفقی دباؤ کو تھامنا ہے اس کا نصف۔ اِس طرح اب مطلوبہ گہرائی گ۱ ہو تو

$$\text{گ}_۱ = \sqrt{\frac{۲۲۵۰}{۱۸۰}} = ۳\frac{۱}{۲} \text{ فٹ}$$

اِس آگے وار پھسلن کے مسئلے کے سلسلے میں یہ دیکھو کہ اگر ایڑی اَور پیچھے تک لے جائی جاتی تو دیوار کا وزن زیادہ ہو جاتا اور اس طرح رگڑ کی مزاحمت زیادہ ہو جاتی۔ یعنی اس نقطۂ نظر سے بھی اچھا ہے کہ ایڑی کو جتنا بڑا ہو سکے بنایا جائے۔

تخصیصات

یہاں جتنی ہدایات دی گئی ہیں اُن میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ معمار اپنی تخصیص اس ارادے سے تیار کر رہا ہے کہ مسابقانہ تجاویز اور ٹنڈر[1] طلب کرے۔ لیکن ہم بیان کر چکے ہیں کہ اس طریقہ پر بہت سے اعتراض وارد ہوتے ہیں۔

ہم کو امید ہے کہ تخصیصات کے متعلق ذیل کی ہدایات کارآمد ثابت ہونگی۔ اگرچہ ظاہر ہے کہ خاص خاص حالات کے تحت اُن میں ترمیم کر لینی ہوگی۔

عام — تخصیص کے اندر پورا بیان اُن حالات اور شرائط کا ہونا چاہیے جن کے تحت کام انجام دینا ہے اور مطلوبہ عمارت کا بیان مع مکمل نقشہ جات دیا جانا چاہیے۔

نقشہ جات — اِن کا پیمانہ عام طور پر "۸ فٹ کو ۱/۸ انچ" یعنی $\frac{1}{96}$ سے کم نہ ہونا چاہیے۔

ترمیمات — یہ صاف طور پر بیان کر دینا چاہیے کہ آیا کسی

[1] درخواستِ تعہد

قسم کی ترسیم کی اجازت ہے یا نہیں۔ مثلاً اگر ستونوں اور شہتیروں کے باہمی فصل دیے گئے ہوں تو یہ بیان کر دینا چاہیے کہ کوئی متبادل انتظام قبول کیا جائیگا یا نہیں جو دیے ہوئے انتظام سے سستا ہو۔ تخصیصات کا ایک مقصد یہ ہونا چاہیے کہ اس بات کا اطمینان کر لیا جائے کہ مجوز کو ٹھیک ٹھیک معلوم ہو جائیگا کہ کیا چیز مطلوب ہے۔

بنیادیں ——— بنیادوں کے متعلق ذیل کی دو باتوں میں سے کوئی ایک اختیار کی جا سکتی ہے۔ ایک یہ کہ بے خطر دباؤ مجوز پر چھوڑ دیا جائے۔ اس صورت میں جتنی معلومات حاصل ہیں مثلاً زمین کی ارضیاتی تراش وغیرہ تخصیص کے اندر دی جانی چاہییں۔ لیکن یہ طریقہ مجوز کے ساتھ ناانصافی ہے کیونکہ وہ بہت بڑی بنیادوں کی رعایت رکھتا ہے۔ اور یہ عمار کے مفاد میں نہیں کہ بنیادیں مشکوک حاملانہ قابلیت کی ہوں۔

متبادل طریقہ یہ ہے کہ دباؤ فی مربع فٹ کی تخصیص کر دی جائے۔ اس صورت میں بوجھ کے حساب طلب کر کے ان کی تنقیح کرنی چاہیے۔

اگر ستون یا پایوں کے مرکزِ ہندسی کے اوپر نہ ہوں (مثلاً دیواری ستون جس کا پایہ ہمسایہ کی آراضی میں داخل نہیں کیا جا سکتا) تو مخصصہ دباؤ اعظم ہونا چاہیے نہ کہ اوسط۔ لیکن جہاں تک ممکن ہو ایسے پایوں سے احتراز کرنا چاہیے۔

ستونوں کے بوجھ ——— اگر کسی عمارت کی کئی منزلیں ہوں اور عمار کا خیال ہو کہ نچلے طبقوں پر پڑنے والے بوجھ میں کسی قدر تخفیف اس لحاظ سے عمل میں آسکتی ہے کہ یہ بہت غیر اغلب ہے کہ تمام فرش ایک ساتھ لدے ہوں تو ایسی صورت میں اس رعایت کی تخصیص کر دینی چاہیے اور حسابات کو طلب کر کے ان کی تنقیح کرنی چاہیے۔ لیکن ستونوں پر کے بوجھ کی تخصیص بیکار ہے جب تک کہ جائز زور کی بھی تخصیص نہ کر دی جائے اور زوروں کی تخصیص اس وقت تک نہیں کرنی چاہیے جب تک یہ نہ بیان کر دیا گیا ہو کہ ان کو کس طرح

محسوب کیا جائیگا۔ مثلاً آیا نا مساوی لداؤ سے پیدا ہونے والے خماؤ کے معیاروں کی رعایت رکھی جائے اور $\frac{ع_ی}{ع_ف}$ کی اور عرضی بندش کی کیا قیمت رکھی جائے۔

لیکن یہ ظاہر ہے کہ ان باتوں کا تصفیہ ماہرِ فن کو کرنا چاہیے۔ اوپر کے نظام سے یا تو ماہرِ فن کے ہاتھ بندھ جاتے ہیں یا شرائط اتنی مبہم ہوتی ہیں کہ اُن سے ناانصافی ہوتی ہے۔

فرش پر کے بوجھ ــــــ فرشوں کے متعلق بوجھ بیان کر دینے چاہییں۔ ان کو یوں بیان کیا جاسکتا ہے کہ ایک متحرک بوجھ اتنے پونڈ فی مربع فٹ۔ ان بوجھوں کی تعیین غور کے ساتھ کرنی چاہیے۔ ان کا عمارت کی لاگت پر بہت بڑا اثر پڑتا ہے۔

دفتروں اور مدرسوں کے لیے $\frac{۳}{۴}$ ہنڈرڈ ویٹ بہت کافی ہے۔ کوٹھوں اور کارخانوں میں بوجھ اتنا مختلف ہوتا ہے کہ کوئی عام اوسط نہیں دیا جاسکتا لیکن اتنا ہم کہ سکتے ہیں کہ بالا بوجھ ۲ یا ۳ ہنڈرڈ ویٹ سے شاید ہی زیادہ ہوگا۔

جو تعمیریں مرتکز بوجھوں کے تحت آتی ہوں اُن میں یہ تخصیص کر دینا مناسب ہے کہ یہ مرتکز بوجھ ناکارگی کی کسی علامت کے بغیر کہیں بھی لگائے جاسکیں۔ یہ احتیاط ابہت ضروری ہے تاکہ سِل بہت پتلی اور شہتیر بہت پاس پاس نہ ہوں جو یکساں منقسم بوجھ کو تو برداشت کرسکیں لیکن مرتکز بوجھوں کو نہ برداشت کرسکیں۔ جن عمارتوں میں یہ تخصیص مناسب ہے اُن کی مثالیں آسانی سے مل سکتی ہیں۔ دفتروں میں بھی تجوری سے مرتکز بوجھ پڑسکتا ہے خاص کر اُس کو نصب کرتے وقت۔

چھتوں پر کے متحرک بوجھ کی تخصیص میں یہ بیان کر دینا چاہیے کہ اس میں اسفالٹ وغیرہ شامل ہیں یا نہیں۔

فرشوں میں کافی قدرِ سلامتی کا تعین کرنے کے لیے ذیل کی دو چیزوں میں سے کوئی ایک تخصیص کی جاسکتی ہے ؛ ایک تو یہ کہ انتہائی زور مخصوص کر دیے جائیں۔ اس صورت میں یہ بیان کر دینا چاہیے کہ زور کس طرح محسوب کیے جائیں اور نیم فصل اور سہارے پر کس قدر خماؤ کے معیار کی رعایت رکھی جائے۔ یا حسابات طلب کر کے اُن کی تنقیح کی جائے کہ اِس بات کا تعین ہو کہ ان تخصیصات کو ملحوظ رکھا گیا ہے۔ اِس صورت میں بھی ماہرِ فن کو اپنی فنی قابلیت استعمال کرنے کا موقع نہیں اور عمار اُن چیزوں کی تخصیص کر رہا ہے جس کا اُسے کافی علم نہیں نیز اس طریقے سے مال مسالے کی تضییع اور غیر ضروری لاگت کا احتمال ہے کیونکہ خماؤ کے معیار کے متعلق اس کی رعایت (جو نیم فصل پر غالباً ل/۱۲ ہوگی) اکثر جگہ ضرورت سے زیادہ ہوگی۔

متبادل طریقہ یہ ہے کہ بوجھ دے دیا جائے اور یہ تخصیص کر دی جائے کہ عمار کے اختیارِ تمیزی سے فرش کے کسی حصے پر امتحانی بوجھ ڈالا جاسکتا ہے اور اگر اِس طرح کے امتحان میں کسی طرح کی ناکارگی کے آثار پائے جائیں تو گتہ دار کو فرش نئے سرے سے مضبوط کرنا ہوگا تاآں کہ وہ امتحانی بوجھ قابلِ اطمینان طریقے پر برداشت کر سکے۔ یہ دفعہ ناواجب کٹائی کی مانع ہے لیکن اس سے زیادہ نہیں کیونکہ یہ کوئی قابلِ عمل بات نہیں کہ محکم کنکریٹ کی ایک تعمیر میں مکمل ہو جانے کے بعد ترمیم کی جائے۔ غالباً یہ مناسب ہوگا کہ عمار یہ اختیار اپنے ہاتھ میں رکھے کہ اگر عمارت کے کسی حصے پر سے امتحانی بوجھ نہ گزر سکے تو وہ نئے سرے سے تعمیر کرایا جاسکے یا اپنے موکل کی جانب سے اسی تعمیر کو کم قیمت پر قبول کرلے۔ لیکن یہ دونوں اختیارات بھی عمار کے لیے دل خوش کن نہیں کیونکہ ایک صورت میں اس کو تاخیر برداشت کرنی ہوگی دوسری صورت میں مشتبہ مضبوطی کی عمارت۔

امتحانی بوجھ ——— امتحانی بوجھ کی مقدار بیان کر دینی چاہیے۔ عام طور پر عملی بوجھ کا ۱½ اگنا کافی ہوگا۔ بعض لوگ اس سے زیادہ سے امتحان

کرنا مناسب سمجھتے ہیں لیکن ہماری رائے میں یہ غلطی ہے کیونکہ ممکن ہے کہ اس بوجھ سے تعمیر کے بعض حصے بیش فساد ہو جائیں اور کمزوری پیدا ہو جائے جو امتحان کے وقت ممکن ہے نظر نہ آئے لیکن بعد میں بتدریج ناکارگی پیدا کر دے۔

لگائے ہوئے بوجھ میں کچھ اضافہ کیا جائے تو جو زور پیدا ہوتے ہیں وہ بوجھ کے اضافے کے تناسب سے زیادہ ہوتے ہیں۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ نہ صرف مجموعی بوجھ بڑھایا جاتا ہے بلکہ اس کے ساتھ ہی نسبت $\frac{و_ح}{و_س}$ بھی بڑھ جاتی ہے۔

یہ عام طور پر مسلم نہیں لیکن ذیل کی مثال سے واضح ہے

ایک شہتیر کے اندرونی فصل پر غور کرو جس میں

$و_س = ۶۰۰$

$و_ح = ۱۲۰۰$

اس طرح $و_م = ۱۸۰۰$

تب مرکزی معیار $م = ل^۲ \left(\frac{و_م}{۱۲} - \frac{و_س}{۲۴} \right)$ دیکھو (باب ۸ صفحہ ۲۱۰)

$= (۱۵۰ - ۲۵) ل^۲$

$= ۱۲۵ ل^۲$

اب فرض کرو کہ امتحانی بوجھ عملی بوجھ کا ۱۲۵ فیصدی لگایا جاتا ہے تب

$و_س = ۶۰۰$

$و_ح = ۱۵۰۰$

$و_م = ۲۱۰۰$

تب مرکزی معیار $م = ل^۲ (۱۷۵ - ۲۵)$

$= ۱۵۰ ل^۲$

دیکھو بوجھ کے $\frac{۳۰۰}{۱۸۰۰}$ یعنی ۱۶٫۶۶ فیصدی اضافے سے زور کا اضافہ $\frac{۲۵}{۱۲۵}$ یعنی ۲۰ فیصدی ہوا۔

تخصیص کے اکثر مسائل ایسے فنی قسم کے ہوتے ہیں کہ مناسب ہے کہ عمار اپنی تخصیص کسی ماہر فن سے کرائے اور تجویزوں کی تنقیح کا کام بھی اُسی سے لے۔

ایک متبادل اور ہمارا خیال ہے کہ بہتر طریقہ یہ ہے کہ سرے سے مسابقانہ تجاویز طلب ہی نہ کی جائیں تو تجویز کا کام ایک ماہر فن کے سپرد کر دیا جائے۔

مخصصہ مال مسالے ـــــ اگر زوروں کی تخصیص کر دی گئی ہو تو ضروری ہے کہ کنکریٹ کی ترکیب، سیمنٹ کے وصف، اور ملانے اور دھمس کرنے کی مقدار کی بھی تخصیص کی جائے۔ بڑے ٹھیکوں کے اندر کسی پسندیدہ قسم کے مشین آمیزندے کی بھی شرط رہے تو اچھا ہے (کھیپ واری قسم کا آمیزندہ مسلسل آمیزندے سے اچھا ہوتا ہے)۔ کیونکہ مشین آمیزندے سے کنکریٹ اچھی طرح ملا ہوا اور یکساں ہوگا جہاں تک ریت اور گٹی کی صفائی اور ذرات کی اعظم جسامت اجازت دیگی۔

لیکن احتیاطاً ایک دفعہ اس مطلب کی بھی شامل رکھنی چاہیے کہ کنکریٹ کے تناسب اگر ضرورت ہو تو عمار یا اس کے مشیر کے اختیار سے بدلے جا سکتے ہیں باب ۱ (صفحہ ۱۸) میں کہا گیا تھا کہ ریت اور پتھر کا بہترین تناسب دونوں کے مسامات کے فیصد پر منحصر ہے اور صرف امتحان کے ذریعے معلوم ہو سکتا ہے۔ اس لیے یہ دفعہ اُن صورتوں میں بہت کار آمد ثابت ہوگی جن میں منتخبہ پتھر اور ریت میں مسامات کا فیصد عام فیصد سے کم یا زیادہ ہو اور اس طرح معمولی تناسبات سے بہترین نتائج حاصل نہ ہوں۔

لیکن اگر عمار نے مضبوطی کے امتحان کے لیے امتحانی بوجھ کی شرط لگا دی ہو تو پھر مناسب ہے کہ ماہر فن اور ٹھیکہ دار کو مسالوں کے انتخاب کا حق دیا جائے

بہر صورت بہتر ہوگا کہ تعمیر اور مسالے اُس ماہرِ فن کے حسب منشاء ہیں جس نے تعمیر کو تجویز کیا ہے۔ اس مطلب کے لیے یہ تخصیص کردینی چاہیے کہ ماہرِ فن اپنی فیس میں ایک رقم ایسی بھی شریک کریگا جو نگرانی کی رعایت سے ہوگی اور یہ کہ ٹنڈر داخل کرنے سے پہلے گتہ دار کو اچھی طرح واقف ہوجانا چاہیے کہ ماہرِ فن کس وصف کے مسالے چاہتا ہے۔ یہ دو دفعہ موجود ہوں تو ماہرِ فن اور گتہ دار باہم عمدگی کے ساتھ کام کر سکتے ہیں۔

تکمیل ——— اس کی بھی تخصیص کردینی چاہیے کہ کس قسم کی تکمیل مطلوب ہے۔ مثلاً آیا کام کو اُس حالت میں چھوڑ دیا جاۓ جو قالب ہٹا لینے پر ہوتی ہے یا پلاستر کیا جاۓ۔

اس سلسلے میں ہم یہ کہ سکتے ہیں کہ قالب احتیاط کے ساتھ بنایا گیا ہو اور کنکریٹ عمدہ ہو تو جو سطح حاصل ہوتی ہے وہ پلاستر سے بدرجہا بہتر ہوتی ہے کیونکہ پلاستر میں اُکھڑ جانے یا تڑق پڑجانے کا احتمال ہوتا ہے۔

اگر بہت عمدہ تکمیل مطلوب ہو (مثلاً دفتروں اور مکانوں کے اندرون کے لیے) تو پلاستر ناگزیر ہے۔ لیکن بیرونی سطحوں کے لیے جہاں تک ہوسکے کسی موٹے کوٹ سے احتراز کیا جاۓ۔

اگر کنکریٹ کی سطح اپنے حال پر چھوڑدی جانے والی ہو تو مناسب ہے کہ ممکن ہو تو سارے کام میں وہی ریت اور گٹی یعنی اُسی گڑھے سے استعمال کی جاۓ تاکہ سطح پر رنگت یکساں رہے۔

کارخانوں وغیرہ میں عموماً یہ کافی ہوتا ہے کہ کسی طرح کے نقص رہ گئے ہوں تو سمنٹ کچی سے، سطح کو رگڑنے سے، اور سفیدی کرنے سے دور کر سکتے ہیں۔

یہ بھی بیان ہونا چاہیے کہ فرش پھاوڑے سے حاصل ہونے والی تکمیل پر چھوڑ دیے جائیں یا کسی مخصوص پوشش کے لیے تیار کیے جائیں۔ اگر ان پر گرینو پتھر بچھانا ہو (یعنی خارا کی چھیلن $\frac{3}{8}$" والی اور سمنٹ) تو اس کی تخصیص

کر دینی چاہیے اور موٹائی بھی بتا دینی چاہیے۔

گرینو پتھر سے یقیناً ایک اچھی سخت اور دیر میں گھسنے والی سطح حاصل ہوتی ہے۔ یہ واضح کر دینا چاہیے کہ یہ پوشش سل کی موٹائی کے اندر شامل ہو گی یا سل کے علاوہ ہو گی۔

اگر زوروں کی تخصیص کر دی گئی ہو اور ان کے حسابات طلب کیے گئے ہوں تو یہ مسئلہ اہم ہو جاتا ہے کہ پوشش سل کی محسوبہ موٹائی کے اندر شامل ہو یا نہ۔ اس کا تصفیہ بہت کچھ اس پر منحصر ہے کہ سل اور پوشش کے درمیان کتنا عرصہ گزرا ہے۔ اگر اس بات کا اطمینان ہے کہ یہ چھ گھنٹے سے زیادہ نہ ہو گا اور پوشش کی موٹائی بہت تھوڑی نہ ہو تو سل کے نیم فصل کے مزاحمت کے معیار کے حساب میں اس کی رعایت رکھی جا سکتی ہے۔ لیکن یہ اطمینان مشکل ہے کہ یہ عرصہ چھ گھنٹے سے کم ہو گا۔ شہتیروں میں اس کی رعایت رکھی جائے یا نہ اس پر منحصر ہے کہ سل کی سلاخوں کا اس نقطے پر کیا محل ہے۔

اگر فرش پر تختے بچھانے کا ارادہ ہو تو ۲، ۲ فٹ کے فاصلے پر بدّے درکار ہونگے جن پر تختے جڑے جائینگے۔ یہ بدّے سل کی موٹائی کے اندر ہرگز نہ شامل ہوں ورنہ سل بہت کمزور ہو جائیگی۔ پہلے کنکریٹ کے فرش کو ختم کر کے جمنے دیا جائے پھر بدّے رکھے جائیں اور ضرورت ہو تو چلے کوئلے یا آور کنکریٹ کے ذریعے جو اس مطلب کے لیے ڈالا گیا ہو ثابت کیا جائے۔ اس مزید کنکریٹ کو مضبوطی کے حسابات میں شامل نہ کیا جائے۔

قالب ـــــــ قالب کی تعمیر بڑی توجہ کی محتاج ہے۔ عمار اس کا اطمینان چاہتا ہے کہ اس کے شہتیر اور ستون صحیح اور سیدھے ہوں۔ اس کے لیے چاہیے کہ اعلیٰ درجہ کے گتہ دار کا انتخاب کیا جائے۔ اس کو صرف یہ تخصیص بتا دی جائے اور یہ کہ قالب کی تفصیلات کے لیے عمار کی پسندیدگی حاصل کرنا ضروری ہو گا۔

یا یہ کیا جا سکتا ہے کہ عمار کام کے مختلف حصوں کے لیے تختوں کی

موٹائیوں کی اور آڑے بدوں، اور آنکڑوں یا اڑے تاروں کے درمیان کے فاصلہ کی تخصیص کردے۔

مثلاً ۱½ کے تختے جو ایک طرف مشین رندیدہ ہوں شہتیروں کے پہلوؤں کے لیے موزوں ہیں اور آڑے بدے ۴ فٹ مرکزی فاصلے سے جو ہر آڑے بدے پر آنکڑے دار ہوں عام طور پر کافی استوار ہونگے اگر کنکریٹ کی تہ جو وقت واحد میں ڈالی جائے ۳ فٹ سے زیادہ گہری نہ ہو۔

ارتعاش —— یہ بہت ضروری ہے کہ کنکریٹ میں جمتے وقت ارتعاش نہ پیدا ہوں۔ اس کے لیے صلب عمدہ رباط دار قالب کی ضرورت ہے غرض کہ جس طرح بھی ہوسکے ارتعاش کو روکنا چاہیے۔ مثلاً اگر ایک پل دو نصفوں میں بنایا جائے (جیسا کہ کسی پل کی باز تعمیر میں ہوتا ہے جو پہلے سے موجود ہو) تو جب تک ایک ایک نصف پر کنکریٹ کچا ہو دوسرے پر آمد و رفت کی اجازت نہ دی جائے الا اس کے کہ دونوں نصف ایک دوسرے سے بالکل الگ ہوں۔

بن مینارے میں بہت آڑے رباطوں کی ضرورت ہوتی ہے تا کہ ہوں سے ارتعاش نہ پیدا ہو۔ اور پائے اور بندرگاہ کی تعمیروں میں ہنگامی تعمیر بہت صلب ہونی چاہیے تا کہ موجوں سے بہت زیادہ ارتعاش نہ پیدا ہوں۔ موجوں کے ارتعاشوں سے بچنا اتنا اہم ہے کہ بعض صورتوں میں مناسب ہوگا کہ ساحل سے دور بنائے ہوئے حصے مقام پر لاکر جوڑ دیے جائیں۔ مثلاً مطالعہ کرو سی۔ پی ٹیلر[1] کے پرچے "سوانز کومب[2] کے پائے کی تعمیر" کو۔ اس صورت میں ستون بلاکوں میں بنائے گئے تھے جن کے قطر ۴ فٹ ۶ انچ سے ۵ فٹ ۶ انچ تک تھے اور گہرائی ۳ فٹ تھی اور جو باہرے موقع پر لاکر جوڑے گئے تھے۔ یہ بلاک اتنے جسیم تھے کہ ارتعاشوں سے جوڑ کی مضبوطی متاثر نہ ہوئی۔ بالا تعمیر کی تعمیر میں پائے کے جس حصے پر لٹھے ٹھونکے جا رہے تھے اس کو اُس حصے سے بے تعلق کر دیا گیا تھا جس پر کنکریٹ جم رہا تھا۔

[1] C. P. Taylor. [2] Swanscombe

تحدب ـــــ شہتیروں کو ۲۰ فٹ کے فصل میں تقریباً ¾" کا تحدب دینا چاہیے تاکہ جب کنکریٹ ڈالا جا چکے تو تھونیوں کے مغلوب ہونے یا بیٹھ جانے سے قالب میں جو جھکاؤ پیدا ہو اور نیز قالب ہٹا لینے کے بعد شہتیر میں جو انصراف پیدا ہو اُس کے بعد بھی شکم جھکا ہوا نہ ہو بلکہ تھوڑا اٹھا ہوا ہی ہو۔

قالب نکال لینا ـــــ کنکریٹ اندازی کے اور قالب نکال لینے کے درمیان کا عرصہ تپش پر منحصر ہے کیونکہ جو کنکریٹ گرم موسم میں جلدی سے جم جائیگا وہ ممکن ہے کہ سرما میں بالکل ہی نہ جمے۔ اس وجہ سے یہ مناسب نہیں کہ کسی معین عرصے کی تخصیص کی جائے بلکہ اس کو ماہرِ فن کی قوتِ تمیز پر چھوڑ دینا چاہیے۔ یہ عرصہ تجویز کی قدرِ سلامتی، متحرک اور ساکن بوجھوں کی نسبت، اور دوسری بہت سی باتوں پر بھی منحصر ہے۔ لیکن چونکہ قالب کو جلدی نکال لینے سے بہت سے حادثات ہوئے ہیں اس لیے تخصیص میں اس کا ذکر ضرور ہونا چاہیے اور یہ بیان کر دینا چاہیے کہ ماہرِ فن کی مسلمہ اجازت کے بغیر قالب ہرگز نہ نکالے جائیں۔

کہر ـــــ کنکریٹ اندازی ۴۰° ف سے نیچے ہرگز نہ کی جائے کیونکہ پالے کی وجہ سے نقصان کا بہت اندیشہ ہے۔

معائنہ ـــــ محکم کنکریٹ کے تمام کاموں میں یہ بے حد ضروری ہے کہ سانچے میں لگانے کے بعد فولاد کا کسی ایسے لائق معائنہ کنندہ سے امتحان کرا لیا جائے جو ماہرِ فن یا مشیر انجینیر کے نزدیک ذمہ دار ہو اور کنکریٹ اندازی سے پہلے اس معائنہ کنندہ سے اسے پاس کرا لیا جائے۔ یہ معائنہ کاریگری کا کام ہے کیونکہ تجربہ سے آدمی نقائص کو فوراً پا لیتا ہے اور اُسے یہ بھی معلوم ہو جاتا ہے کہ کس قسم کی غلطیوں کا احتمال زیادہ ہے

اوران سے کس طرح بچنا چاہیے اس کا بھی انتظام کرنا چاہیے کہ کنکریٹ اندازی کے دوران میں سلاخیں اپنی جگہ سے ہٹ نہ جائیں۔ لوگ محسوس نہیں کرتے لیکن دراصل اس میں خاصا خطرہ ہے کیونکہ کنکریٹ کی کٹائی میں خاصی قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔ ظاہر ہے کہ اس طرح کے ہٹاؤ واقع ہوں تو بہت خطرناک ہونگے اور یہ نہ ہونا چاہیے کہ دفتر میں اتنی محنت سے جو دقیق حسابات کیے جائیں وہ مزدوروں کے ہاتھ کی ذرا سی حرکت سے اکارت ہو جائیں۔

سلاخوں کی تاربندی ــــــ اوپر کا خطرہ بڑی حد تک کم ہو جاتا ہے اگر متقاطع سلاخوں کو اچھی طرح تاربند کر دیا جائے۔ بلکہ بعض صورتوں میں اس طرح باندھنے کے لیے سلاخیں بھی استعمال کی جا سکتی ہیں۔ یہ بات تجربہ کار اور ہوشیار مجوز اچھی طرح سمجھیگا۔ چونکہ اس تاربندی سے گتہ دار ذرا جی چرائینگے اس لیے تخصیص کے اندر اس کا ذکر کر دینا چاہیے۔

سوراخ چھوڑ دینا ــــــ یہ اچھا نہیں کہ کنکریٹ کی سلوں اور شہتیروں کے اندر کاٹ کر سوراخ بنائے جائیں۔ عمار کو چاہیے کہ پہلے سے اندازہ کرے کہ سوراخوں کی کہاں ضرورت ہوگی مثلاً (باشندوں کے لیے) اور ان مقامات پر سلوں اور شہتیروں میں کنکریٹ اندازی کے وقت نلیاں رکھ دے جن سے سوراخ بن جائینگے تخصیص میں اس کا ذکر کر دینا چاہیے اور مقادیر میں سوراخوں اور نلیوں کی رعایت رکھنی چاہیے۔

شہتیروں کی اعظم گہرائی ــــــ ایک خاص بوجھ کو ایک خاص فصل پر حل کرنے کے لیے عام طور پر بہت سی تجویزیں ممکن ہونگی اور ممکن ہے کہ ارزاں ترین انتظام موکل کے حسب منشا نہ ہو۔ عام طور پہ ارزاں ترین شہتیر کی گہرائی مناسب گہرائی سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے عمار اگر سلوں، ثانوی شہتیروں اور صدر شہتیروں کے لیے اعظم گہرائی کی تخصیص کر دے تو بہتر ہوگا۔

ستونوں کی اعظم جسامت ـــــــ اسی طرح ایک دیے ہوئے بوجھ کو برداشت کرنے کے لیے ارزاں ترین ستون نچلے طبقوں میں عماراتی نقطۂ نظر سے بہت جسیم ہونگے۔ اس لیے اعظم جسامت کی تخصیص کردینی چاہیے بلکہ اگر یہ بات اہم ہو تو ذکر کردینا چاہیے کہ ترجیح اُس تجویز کو دی جائیگی جس میں جسامت کم سے کم ہو۔ اس کے لیے زیادہ فولاد کی ضرورت ہوگی اور اس طرح لاگت زیادہ آئیگی۔ اس لیے عمار کو یہ معلوم رہنا چاہیے کہ ارزاں ترین تجویز اس نقطۂ نظر سے بہترین تجویز نہیں ہوسکتی۔ اب یہ اس کے اختیار تمیزی پر ہے کہ کس حد تک لاگت کے اضافے کو منظور کیا جائے۔

پائے کے نیچے کا سادہ کنکریٹ ـــــــ بعض صورتوں میں بہتر ہے کہ محکم پایوں کے نیچے ایک خاص موٹائی کے سادہ کنکریٹ کی تخصیص کردی جائے۔ اس سے مثال کے طور پر یہ ہوگا کہ فولاد کنکریٹ کی تہ کی وجہ سے زنگ سے محفوظ رہیگا۔ اگر یہ تہ نہ ہو تو اتنی حفاظت نہیں ہوگی۔

اگر بنیادیں سطحی پانی کی سطح سے نیچے تک لے جانی ہوں تو مناسب ہے کہ بنیادوں کو خالص کنکریٹ سے اس سطح کے اوپر تک اٹھایا جائے اور محکم کنکریٹ والے حصے کو خطِ آب کے اوپر تعمیر کیا جائے۔ بعض صورتوں میں ممکن ہے کہ اس طرح کرنے سے لاگت بہت زیادہ ہو اور اس کے مقابلے میں فائدہ اتنا زیادہ نہ ہو اور اس طرح ایسا کرنا نامناسب ہو۔

امتحانی بلاک ـــــــ یہ ہمیشہ دلچسپی کا باعث ہوتا ہے کہ جو کنکریٹ استعمال کیا گیا ہے اُس کے امتحانی بلاک بنائے جائیں۔ ان بلاکوں سے یہ پتہ چل جاتا ہے کہ کنکریٹ حسب توقع ہے یا نہیں۔ بعض اوقات یہ ممکن ہے کہ امتحانی بلاکوں سے معلوم ہو کہ تعمیر پر امتحانی بوجھ لگانا خطرناک ہوگا۔

اِن بلاکوں سے یہ بھی معلوم ہوتا ہے کہ اگر تعمیر میں کوئی خرابی ہے تو وہ تجویز کی خرابی سے ہے یا عمل پیرائی کی خرابی سے۔

امتحانی بلاک ۶ انچ مکعب سے کم نہ ہوں۔ لکڑی کے سانچے استعمال نہ کیے جائیں کیونکہ وہ کنکریٹ سے پانی چوس لیتے ہیں اور اس طرح قفشاری مضبوطی بہت کم حاصل ہوتی ہے مشین کیے ہوئے ڈھلے لوہے کے سانچے بہترین ہیں مگر مشکل یہ ہے کہ گراں ہوتے ہیں۔ کسی ناپ (gauging) کے امتحان کے لیے کم از کم دو مکعب لینے چاہییں اور کنکریٹ سیدھا ناپ تختے یا آمیزندے سے لیا جائے۔ خاص طور پر نہ ملایا جائے۔

امتحان کے وقت بہت ضروری ہے کہ بوجھ مرکزاً لگایا جائے اور دباؤ سطح پر یکساں ہو۔ اس کے لیے ایک امتحانی مشین درکار ہے جس میں ایک گولا اور گھر جوڑ ہو اور مکعب کی سطح پلاستر کے ذریعہ بالکل ہموار کر لی جائے۔

آتشزدگی کی مزاحم تعمیریں

آگ روک تعمیر کے مسالوں کے متعلق باب اول (صفحہ ۱۸) میں کچھ بیان ہو چکا ہے اس کا مطالعہ کیا جائے۔ آتشزدگی کے دفاتر کی کمیٹی نے ۲۰ جون ۱۹۱۱ء کو اُن کوٹھوں اور کارخانوں کی تعمیر کے لیے جو معیار اول الف کے تحت آتے ہیں قواعد نافذ کیے تھے اور محکم کنکریٹ کی تعمیر کے لیے چند مخصوص قواعد درج کیے ہیں جو ذیل میں دیے جاتے ہیں۔

وہ تمام عمارات معیار اول الف میں شمار کی جاسکتی ہیں جو کنکریٹ کی ہوں اور جن کا ہر حصہ محکم ہو، مدفون دھاتی سلاخیں ۱۲ انچ سے زیادہ باہمی فاصلے پر نہ ہوں تمام شہتیر پایوں اور مقامات تقاطع پر مضبوطی سے بندھی ہوں یا کم از کم ۶ انچ کا آغوش ہو نیز پٹیاں یا سلاخیں کنکریٹ کی موٹائی پر سے بھی ہوں۔ یہ معیار اول الف میں شمار کی جاسکتی ہیں بشرطیکہ یہ چند خاص قواعد کی (جو زیادہ تر تعمیر کی کشادگیوں وغیرہ سے متعلق ہیں) ذیل کی ترمیمات کے ساتھ پابندی کریں۔

قاعدہ ۳۔ کنکریٹ ایسی ریت اور بجری پر مشتمل ہو سکتا ہے جو $\frac{3}{4}$ کی چھلنی میں سے گزر جائے یا دوسرے مسالوں پر جن کا اس قاعدے میں ذکر کیا گیا ہے۔ لیکن ہر صورت میں سمنٹ پورٹلینڈ ہو (جو برطانوی معیاری تخصیص دسمبر ۱۹۰۴ء کے مطابق ہو) اور تناسب ۶ ہنڈرڈ ویٹ سمنٹ فی مکعب گز کنکریٹ ہو۔ کنکریٹ خشک اور تر دونوں حالتوں میں اچھی طرح ملایا گیا ہو اور دھات کے اطراف اچھی طرح ٹھوک کر بٹھایا جائے اور دھات پوری طرح ٹھوس کنکریٹ سے گھر جائے۔

قاعدہ ۴۔ کوئی بیرونی دیوار ۶ انچ سے کم نہ ہو اور کوئی تقسیمی دیوار ۸ انچ سے کم نہ ہو۔ کوئی اوٹ دیوار کسی حصے میں ۱۳ انچ سے کم نہ ہو الا اس کے کہ متصل عمارت محکم کنکریٹ کی معیار اول الف، اول ب یا دوم کی ہو۔ اس صورت میں ۸ انچ کی اجازت ہے۔

قاعدہ ۷۔ دُودراہ کم از کم چار انچ موٹے محکم کنکریٹ کے بنائے جا سکتے ہیں اگر ان میں سارے طول میں کم از کم $\frac{1}{2}$ ۱ موٹی نرگل مٹی کی نلیوں کی استرکاری ہو۔ اس طرح کے دُودراہ کے ساتھ کوئی چوبینہ تماس میں نہ ہونا چاہیے۔

قاعدے ۱۰، ۱۱۔ فرش محکم کنکریٹ کے ہوں ان کی موٹائی کسی حصے میں چوبکاری کو چھوڑکر ۵ انچ سے کم نہ ہو اور ایسے شہتیروں اور ستونوں سے سہارے ہوئے ہوں جو اسی طرح کے محکم کنکریٹ کے ہوں۔

قاعدہ ۱۳۔ چھتیں فرشوں کی طرح بنائی جائیں کنکریٹ کی موٹائی ۳ انچ سے کم نہ ہو۔

قاعدے ۱۴، ۱۵، ۱۶۔ تمام تعمیری دھات کاری ٹھوس کنکریٹ میں مدفون ہو اس طرح کہ کسی سلاخ کے کسی حصے کا فاصلہ سطح سے دو قطر سے کم نہ ہو اس پوشش کی موٹائی کسی صورت میں ۱ انچ سے کم نہ ہو لیکن ۲ انچ سے زیادہ ہونے کی ضرورت نہیں۔

قاعدہ ۱۸۔ اگر زینے اور مرفع کا احاطہ محکم کنکریٹ کا ہو تو ۶ انچ موٹا ہو سکتا ہے۔

قاعدہ ۲۲۔ محکم تعمیروں سے متعلق آگ روک کمرے بھی محکم کنکریٹ کے ہوں جن کی دیواریں موٹائی میں ۸ اِنچ سے کم نہ ہوں اور فرش ۵ اِنچ سے کم نہ ہوں۔ چونکہ ان قواعد کی پابندی کرنے سے بیمہ کی کمپنیاں کم قسط لیتی ہیں اس لیے بہتر ہوگا کہ ان سب قواعد کی پوری پوری پابندی کی جائے اور اس سے بحث نہ کی جائے کہ ان سب کی کیا ضرورت ہے۔ قاعدوں ۱۴، ۱۵، ۱۶ کی طرف خاص طور پر توجہ کی جائے جن میں پوشش کی موٹائی کم از کم دو قطر رکھنے کی تاکید ہے اور کسی صورت میں بھی ۱ اِنچ سے کم نہ رکھنے کو کہا گیا ہے۔ دیکھو اس سے اُن سلوں کی تجویز متاثر ہوگی جن میں ½ اِنچ کی پوشش کافی سمجھی جاتی ہے۔ اور تپلی سل کی صورت میں (مثلاً چھت جس پر ذاتی بوجھ کے سوا کوئی بوجھ نہ ہو) اس کی وجہ سے وزن کا خاصا اضافہ ہوگا۔

مقادیر اور عملی اطلاقات کے متعلق نوٹ

مقادیر

محکم کنکریٹ کے کاموں میں بعض وقت مقداریں درج کرنے کا طریقہ بہت ناقص ہوتا ہے۔ پیمایش کنندہ کا مطمع نظر یہ ہونا چاہیے کہ اُس کی فہرست مقادیر ایسی ہو کہ ٹھیکہ دار اس پر واجبی قیمت قرار دے سکے۔ مثلاً یہ کافی نہیں کہ کنکریٹ کا حجم اور فولاد کا وزن ٹن میں دے دیا جائے بلکہ قالب کی پیمایش کرنی چاہیے اور کام کی مختلف قسموں کو الگ کرکے دکھانا چاہیے۔

زمین کے اوپر بلندی —— مثلاً دیکھو اور چیزیں مستقل رکھو تو فرش کا ایک گز پانچویں منزل میں زمین پر کی منزل سے زیادہ قیمتی ہوگا۔ اس لیے کسی کام کے متعلق اعداد درج کرنے سے پہلے اس کی بلندی بیان کردینی چاہیے۔

منزل کی بلندی —— اسی طرح فرش سے فرش تک کی

بلندی کا تھونبوں کے طول پر اثر ہوتا ہے اس لیے اس کو بھی فہرست میں درج ہونا چاہیے۔

کنکریٹ ـــــ کنکریٹ کی مقدار تکمیل یافتہ کام کے مکعب گزوں میں درج ہونی چاہیے۔

قالب ـــــ قالب سلوں، دیوار کی سطحوں، وغیرہ کے لیے مربعوں میں بیان ہوتا ہے اور شہتیروں، ستونوں، وغیرہ کے لیے مربع فٹوں میں۔
بہتر ہے کہ شہتیروں کے ایک دوسرے سے یا ستونوں سے تقاطع کی کوئی خاص رعایت نہ رکھی جائے بلکہ ٹھیک ٹھیک سطحی رقبہ دے دیا جائے اور بیان کر دیا جائے کہ ایسا کیا گیا ہے۔

کھانچے ـــــ اکثر ہوتا ہے کہ سلیں اینٹ کی دیواروں پر سہاری ہوتی ہیں اور دیواروں میں کھانچوں کے اندر کھنچی ہوئی ہوتی ہیں۔ کنکریٹ کے حجم کے حساب میں کھانچے کو شامل کرنا چاہیے لیکن قالب کے لیے سل کے نیچے کا خالص یعنی دیوار کے باہر کا رقبہ کافی ہے۔ اگر کھانچے کو کسی ایسے حصے کے اندر کاٹنا ہو جو پہلے سے موجود ہو تو کٹائی کو ایک علیحدہ مد کے طور پر دینا چاہیے جس میں کھانچے کے طولی فٹ اور مطلوبہ تراش درج ہونے چاہئیں۔

ڈھلواں سطحوں کے قالب ـــــ ڈھلوان سطحوں میں یہ بحث طلب امر ہے کہ قالب صرف ایک جانب دیا جائے یا دونوں جانب۔ عموماً ۳۰° سے کم کے ڈھال کے لیے بالائی قالب کی ضرورت نہ ہوگی۔ اس سے زیادہ ڈھال کے لیے دوہرے قالب کی رعایت رکھنی چاہیے۔ بہر صورت یہ بیان کر دینا چاہیے کہ دونوں سطحیں شامل ہیں یا نہیں۔ مثلاً اگر یوں لکھا جائے:ـــــ

بیرونی دیوار

۳۰۔ مربع قالب، دونوں پہلو ناپے ہوئے

تو اس کے معنی یہ ہونگے کہ دیوار کا رقبہ ۱۵۰۰ مربع فٹ ہے لیکن دونوں پہلو ناپے گئے ہیں اس لیے قالب کے ۳۰۰۰ مربع فٹ درکار ہونگے۔

عام طور پر اس کی ضرورت نہیں ہوتی کہ معمولی چپٹی سل کی قسم کے پایوں کی اوپر کی سطح کو قالب دیا جائے۔

اگر کہیں قالب میں گولائی ہو یا اس میں کوئی خاص کام کرنا ہو تو اس کا بیان درج رہنا چاہیے۔

فولاد ــــ فولاد کو ٹن یا ہنڈرڈ ویٹ میں بیان کر سکتے ہیں۔ مناسب ہے کہ رکابوں کو دوسرے فولاد سے علحدہ بیان کیا جائے کیونکہ موقع پر ان کی قیمت فی ٹن عموماً زیادہ ہوتی ہے۔ یہاں تک کہ کام کے موقع پر $\frac{3}{8}$ اور $\frac{1}{4}$ انچہ سلاخیں بھی بڑی جسامتوں کے مقابلے میں فی ٹن زیادہ قیمت کی ہوتی ہیں۔

سانچوں میں فولاد کو موڑنا اور اکٹھا کرنا بھی کوئی معمولی لاگت کا کام نہیں۔ یہاں اس کے متعلق ہم صرف اتنا کہ سکتے ہیں کہ مجوز کو چاہیے کہ دیوار، سلوں، ستونوں اور شہتیروں میں فولاد کے انتظام کی صرف ایسی تفصیلات بیان کردے کہ گتہ دار فولاد کاری کی قسم کو سمجھ جائے اور سابقہ کاموں سے مقابلہ کرکے اس کی لاگت کا اندازہ لگالے۔

یہ بھی بیان کردینا چاہیے کہ فولاد نرم ہو یا سخت کیونکہ سخت فولاد کو موڑنے میں زیادہ صرفہ ہوتا ہے اور اس کی ابتدائی قیمت بھی زیادہ ہے۔

محکم کنکریٹ کے استعمالات پر مزید نوٹ

کنکریٹ اور اینٹ کے پائے ــــ جہاں تک ممکن ہو مسلسل

تعمیر یں صرف اینٹ کے سہاروں یا صرف کنکریٹ کے ستونوں پر لٹکائی جائیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ کنکریٹ کا لچک کا مقیاس[۵] اینٹ کے پائے سے بہت زیادہ ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اینٹ کے ستون میں کنکریٹ کے ستون سے زیادہ تقصر ہوتا ہے۔ اس لیے اگر سب ستون ایک ہی مسالے کے نہ ہوں تو زوروں کا حساب بہت مشکل اور مشتبہ ہوجائیگا اور شہتیروں میں تڑقیں پڑجائینگی۔

البتہ اگر اینٹ مضبوط استعمال کی گئی ہو اور خشت کاری ۳ : ۱ سمنٹ کی گچی میں بنائی گئی ہو تو پھر اتنا فرق نہیں پڑیگا۔

ایک تعمیر ہمارے دیکھنے میں آئی جس میں متبادل سہارے پہلے سے موجود خشتی پائے تھے اور باقی متبادل سہارے کنکریٹ کے نئے ستون تھے شہتیر کے اندر تڑقیں پڑگئی تھیں۔

لچک کا مقیاس کم ہونے کے علاوہ خشت کاری بہت سے موسمی اور دیگر اثرات کے تحت پھیلتی اور سکڑتی ہے جیسا کہ پرانی دیواروں اور دودکشوں کے انحراف سے نظر آئیگا جو پہلے سیدھے تھے۔

بنیاد کے بیڑے — محکم کنکریٹ بنیاد کے بیڑوں کی تعمیر کے لیے خوب موزوں ہے جس میں یہ مطلوب ہوتا ہے کہ ایک مرتکز بوجھ کو ایک بڑے رقبہ پر تقسیم کیا جائے تاکہ بہت زیادہ گہرا کھودنے کے بغیر کافی سندی قابلیت حاصل ہوجائے۔

مثلاً اناج کے کوٹھے جو اکثر اناج کے ۵۰ فٹ یا زیادہ بلند ذخیرے کے لیے بنائے جاتے ہیں ان کا وزن ۳۰۰۰ پونڈ فی انچ مربع فٹ تو بہت

۵۔ اینٹ کے پایوں کا مقیاس بہت متغیر ہے اور بڑی حد تک گچی اور اینٹ کی نوعیت پر منحصر ہے۔ اس کی اوسط قیمت کنکریٹ کے یہ سے ۱/۲ تک ہوتی ہے۔ کنکریٹ کا لچک کا مقیاس 2×10^6 پونڈ فی انچ۲ لیا جاسکتا ہے۔

آسانی سے حاصل ہو سکتا ہے اور یہ بنیادوں پر مجرد ستونوں کے ذریعے پڑیگا کیونکہ ناقلوں کے نیچے ٹرالیاں چلانے کی ضرورت ہوتی ہے ایک عمدہ بنیاد بیڑہ استعمال کیا جائے تو ستونوں سے پڑنے والا بوجھ موقع کے سارے رقبہ پر تقسیم ہو جائیگا۔ یہ مجرد پایوں سے بہتر ہے کیونکہ بیڑے کے نیچے زمین کی حاملانہ قابلیت زمین کے مقید ہو جانے کی وجہ سے بہت بڑھ جاتی ہے بالکل اسی طرح جس طرح کہ مقید کر دی جائے تو رواں ریت کی برداشت کی قابلیت بھی بہت خاصی ہو جاتی ہے۔ کنگزوے گرجا کے مینار کی بنیاد اسی طرح کے بیڑے پر مشتمل ہے۔

اگر پوری زمین کا نہیں بلکہ کسی خاص مقام کے بیٹھ جانے کا اندیشہ ہو تو اس طرح کے بیڑے کی استواری کے تعین میں بہت احتیاط کرنی چاہیے کیونکہ ان حالات میں بیڑہ اتنا مضبوط ہونا چاہیے کہ تھوڑا بوجھ ناقص زمین سے بہتر زمین پر منتقل کر دے۔

بعض ایسی صورتیں واقع ہوسکتی ہیں جن میں نامساوی بٹھاؤ کا احتمال اتنا زیادہ ہو کہ بنیاد کے بیڑے کا استعمال ہی سرے سے نامناسب ہو اور لٹھا بنیاد کی ضرورت پڑے۔ یہ خاص طور پر اس وقت واقع ہوتا ہے جب کہ بالا تعمیر محکم کنکریٹ کی ہو کیونکہ اس صورت میں نامساوی بٹھاؤ خاص طور پر نقصان رساں ہوتا ہے۔

کنکریٹ کے لٹھے — لٹھوں کے لیے محکم کنکریٹ میں بہت سی خوبیاں ہیں اور چند نقائص بھی ہیں۔ خوبی سب میں بڑی یہ ہے کہ گلنے سڑنے اور زنگ خوردگی سے محفوظ رہتا ہے اور یہ بات ان عمارتوں میں اہم ہے جو ہمیشہ کے لیے بنائی جائیں۔ پایوں اور مال گھاٹوں میں یہ خاص طور پر اہم ہے کیونکہ متبادلاً تر ہونا اور خشک ہونا ایسی کیفیت ہے جس میں چوبینہ تیزی سے گل سڑ جاتا ہے اور فولاد تیزی سے زنگ خوردہ ہو جاتا ہے۔ کنکریٹ کے لٹھوں پر اعتراض یہ ہے کہ کام کی فرمایش اور لٹھے ٹھونکنے کے

ے Piers

ہر سیان بہت عرصہ لگتا ہے کیونکہ لٹھوں کو چار ہفتہ کے ہونے سے پہلے ٹھونکا نہیں جا سکتا۔ ایک اور اعتراض یہ ہے کہ چوبی لٹھوں سے ان کا وزن بہت زیادہ ہوتا ہے اور اس طرح لمبے طولوں کے استعمال میں دقت پیش آتی ہے۔ پائے وغیرہ کے کاموں میں یہ دقت پیش آئیگی کہ لٹھے لٹھا انجن کے گرد تیرائے نہیں جا سکتے۔

بعض صورتوں میں سمپلکس[1] قسم کے لٹھوں کے استعمال سے عمدہ نتائج حاصل ہوتے ہیں اس قسم میں ایک کھوکھلی فولادی نلی زمین میں گاڑی جاتی ہے پھر اس کو نکالتے ہوئے اس کے اندر سے کنکریٹ ٹھوک ڈالا جاتا ہے۔ اس طرح کنکریٹ کا ایک ستون پیکر پذیر حالت میں کھڑا ہو جاتا ہے جو حسب معمول تھوڑی دیر میں جم جاتا ہے۔ لیکن یہ لٹھے بھی نقائص سے خالی نہیں۔

کنکریٹ کے دُودکش

دُودکش کے لیے محکم کنکریٹ کا استعمال دوسری تعمیروں کے مقابلے میں بہت حال کی بات ہے۔

بعض صورتوں میں محکم کنکریٹ کے دُودکش دوسرے مسالوں سے بنے ہوئے دُودکشوں پر فوقیت رکھتے ہیں۔ مثلاً طول اور قطر کی نسبت بڑی ہو تو اینٹ کے دودکش میں قاعدے کی موٹائی بہت زیادہ ہوگی کیونکہ خشت کاری میں تناؤ پر بھروسا نہیں کیا جا سکتا اور اس طرح وزن اور پون کا حاصل دودکش کے محیط کے اندر رہنا چاہیے۔ اس وجہ سے اگر ایسے دُودکش کنکریٹ کے بنائے جائیں تو ہلکے، پتلے اور کسی قدر ارزاں بھی ہونگے۔ وزن کی کمی کی وجہ سے بنیادوں کی جسامت اور لاگت بھی کم ہوگی خاص کر خراب زمین میں۔

ایک دُودکش میں جو حال میں مکمل ہوا ہے اور جس میں بلندی بنیاد کے اوپر سے ۱۴۵ فٹ اور بیرونی قطر صرف ۵ فٹ ہے اینٹ کا دودکش خارج از بحث تھا کیونکہ وہاں اتنی جگہ ہی نہیں تھی۔

مصنفین کتاب ہذا میں سے ایک نے محکم کنکریٹ کے دودکشوں کا

[1] (Simplex)

خاص مطالعہ کیا ہے اور بعض کارخانوں کی مدد سے چند ضابطے اور منحنی تیار کیے ہیں جن کی مدد سے دیے ہوئے زوروں کے لیے دُود کشوں کی تجویز ایک آسان سا عمل بن جاتی ہے اور صحت کا بھی بہت نقصان نہیں ہوتا لیکن تجویز کرتے وقت تو زور کے علاوہ اور بہت سی چیزوں کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے اور تپشی زوروں کا مسئلہ خاص توجہ چاہتا ہے جیسا کہ ابھی معلوم ہوگا۔ اس مطلب کے لیے گِٹی کے انتخاب میں بھی احتیاط کرنی چاہیے کیونکہ معمولی کنکریٹ گرم گیسوں کے عمل کا مقابلہ اچھی طرح نہیں کرسکتا۔

ایک عام بیان کے طور پر کہا جا سکتا ہے کہ عمدہ نگرانی کے تحت محکم کنکریٹ کے دُود کش دوسری قسم کی تعمیروں پر اکثر فوقیت رکھتے ہیں اگرچہ یہ ماننا پڑیگا کہ جب طول اور قطر کی نسبت بہت بڑی نہ ہو تو ان کی لاگت ذرا زیادہ ہوتی ہے۔

اوپر جس دُود کش کا ذکر ہوا ہے اس کی توضیح شکلوں ۱۳۲ تا ۱۳۴ سے کی گئی ہے اور اس میں قابل لحاظ بات یہ ہے کہ طول اور بیرونی قطر کی جو نسبت اس میں ہے اتنی بڑی نسبت کسی اور دود کش میں نہیں۔ بنیادوں کے اوپر اس کی بلندی ۱۴۴ فٹ ۹ انچ ہے اور بیرونی قطر اس مقام پر صرف ۵ فٹ ہے۔ شکلوں سے معلوم ہوگا کہ یہ قطر چوٹی تک مستقل ہے۔

دلچسپی کے لیے مقابلہ کرکے ذیل میں دکھایا جاتا ہے کہ اگر دُود کش اینٹ کا ہوتا تو اس بلندی کے لیے اقل ابعاد کیا ہوتے:۔

چوٹی پر بیرونی قطر	۴ فٹ
قاعدے " "	۱۲ فٹ
چوٹی پر دیوار کی موٹائی	۹ انچ
قاعدے " "	۳ فٹ

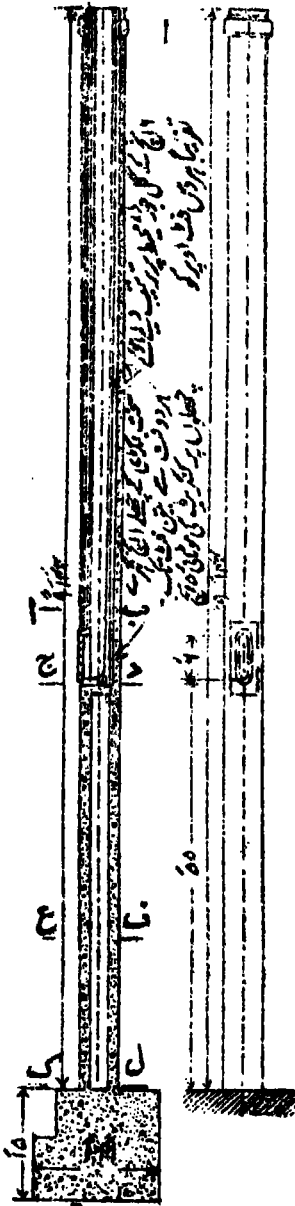
اس کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ محکم کنکریٹ کا تنہ بہت کم جگہ لیتا ہے اور اس خاص مثال میں اس کی بے حد اہمیت تھی جس کی وجہ سے کنکریٹ کو اختیار کرنا پڑا۔

تجویز کی وضاحت ساتھ کی شکلوں سے ہو گی جن سے معلوم ہوگا کہ دودکش کا نچلا حصہ دُود راہ کے دہانے تک ۱ فٹ ۳ انچ موٹا ہے اور اس کے اوپر ۶ انچ موٹا۔ دُود راہ کے دہانے کے اوپر آتشی اینٹ کا ۵ انچ موٹا استر دیا گیا ہے اور اس کے اور بیرونی خول کے درمیان ہوا کے لیے ۴ انچ کی جگہ رکھی گئی ہے۔ دود راہ کے دہانے کے پاس سوکھا سوراخ چھوڑ دیے گئے ہیں جن میں سے ہوا کی رو استر اور بیرونی خول کے درمیان کی جگہ میں امالہ ہوتی ہے۔

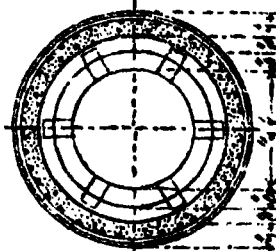
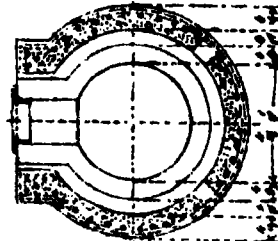
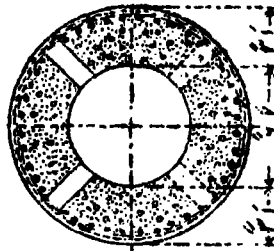
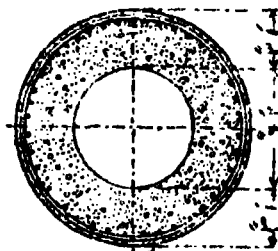
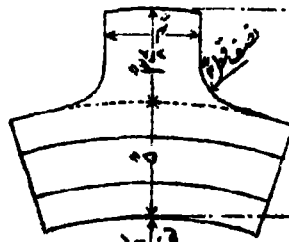
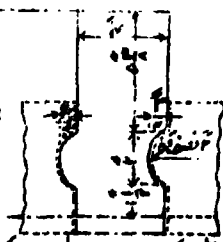
اس قسم کے بہت سے دودکشوں کا جو تجربہ ہوا ہے اُس سے معلوم ہوتا ہے کہ کنکریٹ کے خول میں دودکش کی حرارت کے تحت تڑقنے کا احتمال ہے۔ یہی وجہ ہے کہ محکم کنکریٹ اس کام کے لیے زیادہ کثرت سے استعمال نہ ہو سکا۔

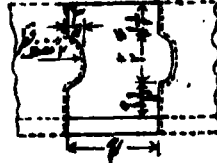
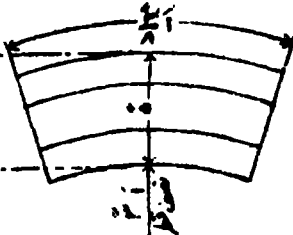
تپشی زوروں کے چند نظری حسابات سے ہم کو تعمیر کا ایک نظام سوجھا جس میں کنکریٹ کے خول کے اندرونی رُخ میں چوبی حلقے مدفون کیے جائیں جن کی وجہ سے پھیلاؤ کے زور تقریباً صفر ہو جاتے ہیں۔ یہ نظام جو ہم نے پیٹنٹ کرا لیا ہے پورٹلینڈ سمنٹ والوں نے ایک دودکش کے لیے اختیار کیا جو ان کے کارخانہ واقع برہم میں تعمیر ہوا ہے۔ یہ دودکش اب کئی مہینے سے کام میں ہے اور تپشی زوروں سے اس میں کوئی تڑاق وغیرہ نہیں پیدا ہوئی۔

یہاں جس دودکش کا نقشہ دیا گیا ہے وہ بھی اسی نظام پر تعمیر ہوا ہے لیکن اس کتاب کے لکھتے وقت اس کو اتنا کم عرصہ گزرا ہے کہ اس کی کامیابی کو ہم یہاں مثال کے طور پر بیان نہیں کر سکتے۔

بجلی کے موصل چار ہیں اور چار طولی سلاخوں کی چوٹیوں کو پیچ سے کس دیے گئے ہیں۔ اس طرح دودکش کے طول کی تانبے کی پٹی کی بچت ہو گئی۔ سلاخوں کے نچلے سروں اور زمین کے درمیان برقی رابطہ قائم کیا گیا اور موصل کی کیلوں اور زمین کے درمیان کی مزاحمت کے امتحان سے

معلوم ہوا کہ رابطے سب ٹھیک ہیں۔ یہ دلچسپی سے خالی نہیں کیونکہ طولی سلاخوں اور بالائی طبقے کی سلاخوں کے آغوش ہونے پر تماس کا کوئی خاص انتظام نہیں کیا گیا تھا بلکہ سلاخوں کو صرف آغوش کرکے ½ انچ کے U بولٹوں کے ساتھ کس دیا گیا۔

دُود کش کے اندر جو احکام استعمال کیا گیا وہ مقفل سلاخوں کا تھا۔

بنیاد کو کرسی کی سطح سے ۱۵ فٹ نیچے اور زمین کی سطح سے ۱۴ فٹ ۹ انچ نیچے لے جانا پڑا۔ اور چونکہ یہ ضروری تھا کہ جن موجود دیواروں کے نیچے یہ بنایا گیا اُن کو تل سہار کیا جائے اس لیے اس کو کنکریٹ کا ایک ٹھوس بلاک ۱۶' ۹" × ۱۴' کا بنایا گیا جس سے تل سہاری کا کام بھی پورا ہو گیا۔

شکل ۱۴۲۔ کنکریٹ کا دود کش ساخت میسرز ڈالپ و کالنز

شکل نمبر ۱۳۳ ۔ دودکش کی تراشیں

شکل نمبر ۱۳۴ ۔ آتشی اینٹوں کا سطحی خاکہ اور تراشیں

طلبہ کے لیے نوٹ۔ تجربے کی ضرورت

ختم کرتے ہوئے بے محل نہ ہوگا اگر طلبہ کو یہاں بتادیا جائے کہ اس مضمون کے نظری مطالعہ کے ساتھ کس عملی کام کی ضرورت ہے۔

پہلے یہ کہ ایسے مروجہ ادب کا مطالعہ کیا جائے جس میں مکمل اور جاریہ کاموں کے فوٹو دیے ہوئے ہوں تاکہ اُن حالات کا علم ہو جائے جن کے تحت محکم کنکریٹ کا کام کیا جاتا ہے۔ مجوز کے لیے اس کی بہت ضرورت ہے۔

دوسرے یہ کہ جب کبھی موقع ہو جاریہ کاموں کو دیکھا جائے، گٹی کا معائنہ کیا جائے، کنکریٹ کی تری کو اور دھمس کی مقدار کو دیکھا جائے اور سانچے کو ہٹاتے وقت دیکھا جائے کہ مسام موجود ہیں یا نہیں جس سے معلوم ہوگا کہ دھمس کتنی موثر رہی ہے۔ سلاخوں اور رکابوں کو مختلف شکلوں میں موڑنے کی اور سانچے میں لگانے کی دقت کو مطالعہ کیا جائے اور وہاں سیکڑوں ایسی باتیں نظر آئینگی جن سے مجوز کو باخبر رہنا ضروری ہے۔

تیسرے یہ کہ ہماری بہت شدت کے ساتھ رائے ہے کہ محکم کنکریٹ کے طرزِ عمل کا حقیقی علم حاصل کرنا ہو تو تجرباتی مطالعہ بے حد ضروری ہے۔ دقت یہ ہے کہ اکثر اس طرح کے مطالعہ کا مشکل سے موقع ملتا ہے۔ انگلستان کے بہت کم کالجوں میں یہ آسانی ہے اور جن میں ہے اُن میں تجربات اتنے سادہ نمونوں تک محدود رہتے ہیں کہ ان تجربات سے پورا فائدہ حاصل نہیں ہوتا۔

تجویز کی کم زوری سے بچنے کی بہترین تدبیر یہ ہے کہ بہت سے شہتیروں اور ستونوں پر تخریب کا احتیاط کے ساتھ تجربہ کیا جائے۔ تجربے سے اور حساب سے جو انتہائی بوجھ حاصل ہوں اُن کا مقابلہ کرنے سے اُن نظریوں کی تصدیق یا تکذیب ہو جائیگی جو تجویز کی بنا تھے۔ حقیقی تعمیروں سے اس طرح کا تجربہ بہت کم حاصل ہوتا ہے۔ عمدہ تجویز کی تعمیر میں قدرِ سلامتی تقریباً

۲ ½ ہوتی ہے۔ اس لیے اگر امتحانی بوجھ عملی بوجھ کا ½ ا گنا ہو (اور اتنا امتحانی بوجھ لگانا مشتبہ ہے) تو بھی شکستگی سے یہ ثابت ہوگا کہ تعمیر کے مسالے یا تعمیر یا تجویز میں نقص ہے۔ بعض وقت ایسی تڑقیں پیدا ہوجاتی ہیں جو خطرناک تو نہیں ہوتیں لیکن اُن سے معلوم ہوجاتا ہے کہ آیندہ کاموں میں کن مقامات پر اصلاح کی ضرورت ہے۔ ظاہر ہے کہ اس طرح کا سب تجربہ بے حد قیمتی ہے خاص کر جبکہ ساتھ ہی ساتھ کامل نظری تحقیق بھی ہوتی رہے ہے جس کے بغیر نقص یا شکستگی کی صحیح وجہ نامعلوم رہیگی اور نادانستہ طور پر اس کی تکرار ہوتی رہیگی۔

برق پاشیدگی سے اِحکام کا تاکُل

اگر محکم کنکریٹ کی تعمیر میں سے برقی رَوئیں اس طرح گزاری جائیں کہ ایک فولادی سلاخ سے دوسری فولادی سلاخ تک یا زمین تک کنکریٹ میں سے ہوکر گذرے تو مرطوب کنکریٹ برق پاشیدہ کا کام کرتا ہے اور برق پاشیدگی کا عمل قائم ہوجاتا ہے۔

متعدد تجربوں کے ذریعے دکھایا گیا ہے کہ ان حالات کے تحت یہ اثر ہوسکتا ہے کہ کنکریٹ مثبت برقیرہ یعنی اعلیٰ قوہ کی سلاخ کے گرد تڑق جائے اور یہ سلاخ بُری طرح تاکل ہوجائیگی۔

مصنفین کتاب ہذا میں سے ایک نے اس بحث پر چند سال قبل متعدد تجربات کیے جن کی حالیہ تحقیقات سے تصدیق ہوئی۔

اس مضمون کے متعلق چند تجربات کا ایک عمدہ بیان مسٹر میگنسن[1] اور مسٹر اسمتھ نے امریکن انسٹی ٹیوشن آف الکٹریکل انجینیرز (مئی ۱۹۱۱ء) کے رسالے میں دیا گیا ہے۔

تجربات سے جو قابل لحاظ باتیں معلوم ہوئیں وہ درج ذیل ہیں:۔

خشک کنکریٹ عملی طور پر حاجز ہے اس لیے زمینی رَوؤں سے جو قوہ کے فرق پیدا ہوجاتے ہیں اُن سے غیر متاثر رہتا ہے۔

مرطوب کنکریٹ عمدہ برق پاشیدہ ہے۔ محکم کنکریٹ کی برق پاشیدگی کی وجہ سے جو تخریب ہوتی ہے وہ زیادہ تر اس

[1] Messrs. Magnussen and Smith.

وجہ سے ہے کہ مثبت برقیرہ کی سطح پر جو آکسیجن آزاد ہوتی ہے اس سے مثبت برقیرہ کا تاکل یا آکسیڈیشن[1] ہوتا ہے اور اس طرح اس کا حجم زیادہ ہوجاتا ہے۔

بہت ہی خفیف رَویں بڑے نقصان کے لیے کافی ہیں۔ چنانچہ ¾ انچ کی ایک سلاخ کنکریٹ کے ایک بلاک میں ۲ انچ مدفون تھی۔ اور بلاک پانی میں تھا۔ ۱۰ امپیر سے بھی کم کی رَو سے اس سلاخ نے بلاک کو تڑقا دیا۔

لیکن عام طور پر اس سے خطرے کی کوئی وجہ نہیں کیونکہ جری نظاموں میں زمین سے ملانے کے لیے جو رابطے ہوتے ہیں اُن میں وولٹیج کے اعظم آثار کی تنظیم کی وجہ سے اور مجوز (Insulated) رابطوں کو اختیار کرنے جانے کی وجہ سے زمینی رویں اتنی خفیف اور اتنے چھوٹے تو وہ کی ہوتی ہیں کہ تقریباً بےضرر ہوتی ہیں۔ اگر کسی خاص صورت میں غیر معمولی وولٹیج کا احتمال ہو تو محکم کنکریٹ کو مجوز کردینا چاہیے۔ اس طرح کی صورتیں برقی ریلوں اور ٹراموں کے پلوں میں واقع ہوسکتی ہیں۔ معمولی تعمیروں میں کسی بہکی ہوئی برقی رَو سے محکم کنکریٹ کی تخریب کا کوئی واقعہ اب تک نہیں ہوا۔

لیکن ایک کارآمد احتیاط یہ ہوگی کہ احکام کو زمین سے ملا دیا جائے۔ عام طور پر تمام سلاخیں باہم تار سے بندھی ہونے کی وجہ سے برقی تماس میں ہوتی ہیں اس لیے یہ کافی ہے کہ احکام کو ایک دو مقامات پر زمین سے ملا دیا جائے۔ یہ معلوم کرنا دلچسپی سے خالی نہیں کہ سلاخوں کی سطحوں کو صاف کرنے کا کوئی انتظام نہ بھی ہو تو تار کی وجہ سے سلاخوں میں باہم برقی تماس پیدا ہوجاتا ہے۔

اوپر جس دُودکش کا بیان ہوا ہے (صفحہ ۳۱۱) اُس میں انتصابی احکام سے بجلی کے موصلوں کا کام لیا گیا جیسا کہ ابھی مشورہ دیا گیا ہے۔ جوڑ آغوش

[1] اکساؤ۔ تکسید

قسم کے ہیں اور جوڑ پر سلاخیں ۱/۴ انچ کے V بولٹ سے جوڑی گئیں۔ سارا فولاد کالا تھا۔ سلاخوں کے نچلے طبقے زمین سے ملے ہوئے تھے اور موصلوں کی چوٹی سے زمین تک کی مزاحمت کا امتحان کیا گیا تو معلوم ہوا کہ بہت ہی خفیف مزاحمت ہے۔

محکم کنکریٹ کی پیچیدہ تعمیروں کے طرزِ عمل کے علم میں اور کسی مقصد کے لیے موزوں ترین تعمیر وضع کرنے میں بعض ماہرین اتنے آگے بڑھے ہوئے ہیں کہ اُن کو اپنے فن کا اُستاد کہا جا سکتا ہے۔

اِس لحاظ سے وہ فرانسیسی ماہرین اُستاد تھے جنہوں نے انگلستان میں پہلے پہل اُس فن کی بنیاد رکھی جس کو وہ اپنے ملک سے لائے تھے۔ جن انگریز عماروں اور انجینیروں کو اس "نئے" مسالے کے آزمانے کی جرأت ہوتی تھی اُن کا کام یہ لوگ من مانی شرائط پر کرتے تھے۔

اِن ماہرین کی فیس بہت بھاری ہوتی تھی اور کسی قسم کے حسابات وہ پیش نہیں کرتے تھے۔ اُن کا صرف یہ قول تھا "ہم کو بتاؤ کہ تمہاری کیا ضروریات ہیں اور ہم تمہارے لیے عمارت تجویز کر دیتے ہیں۔ اُس کی قائمیت کے ہم ذمہ دار ہیں باقی ہم جانیں ہمارا کام۔"

زمانہ گزرتا گیا۔ مسابقت زیادہ ہوئی اور قیمتیں گھٹتی گئیں۔ انگریز انجینیروں نے محسوس کیا کہ قدرِ سلامتی کو بے حد گھٹا دینے کے خلاف کوئی روک ہونی چاہیے ورنہ یہ خطرے کا باعث ہوگا۔ آخرکار مقتدر اصحاب اور جماعتوں (مثلاً ریلوے کمپنیاں تعلیمی سررشتے وغیرہ) نے امریکی یونیورسٹیوں کے اس مسالے پر کیے ہوئے

تجربات کی مدد سے ماہرین سے حسابات کرائے۔ لیکن جنہوں نے محکم کنکریٹ کے مطالعے میں ایک عمر صرف کر دی ہے انہیں کو معلوم ہے کہ اکثر یہ حسابات کس حد تک گمراہ کن ثابت ہوئے ہیں۔

"برطانوی عماروں کی شاہی مجلس" کی جیسی رپورٹوں سے اور بعض قواعد سے (خاص کر اُن قواعد سے جو فرانس میں نافذ ہوئے ہیں) بے شک انجینیروں کو بڑی ہدایت حاصل ہوئی ہے۔ لیکن اس کے بعد یہ سبب بڑا مرحلہ ہے کہ ہر شخص اپنا کنکریٹ کا کام آپ ہی تجویز کر لے۔ اس سے انکار نہیں کہ وہ کر سکتا ہے اور اگر وہ اپنی قدر سلامتی میں اپنی قدرِ لاعلمی کی رعایت رکھے تو اُس کا کام قائم رہیگا بشرطیکہ کوئی اہم نکتہ چھوٹ نہ گیا ہو۔ لیکن یہ سب کچھ کر کے اُس نے تجویز کر بھی لی تو اُس کے کام میں ماہرفن کے کام سے زیادہ لاگت آئیگی کیونکہ ایک تو اُس کو بڑی محنت اور طول طویل طریقوں سے وہ باتیں معلوم کرنی ہونگی جو ماہرفن تقریباً وجدان سے معلوم کر لیتا ہے اور دوسرے اُس کی "قدرِ لاعلمی" زیادہ ہوگی جس کی وجہ سے زیادہ مال مسالا درکار ہوگا تاکہ وہی حفاظت حاصل ہو۔

اکثر بہت سی متبادل تجویزیں ممکن ہونگی جن میں سے ایک ہی قدرِ سلامتی کے لیے ایک سب سے زیادہ ارزاں یا عام نقطۂ نظر سے سب سے زیادہ موزوں ہوگی۔ یہ تجویز فوراً پیدا کر لینا تجربے کا کام ہے۔

اگرچہ کنکریٹ کے کاموں کے متعلق علم بڑھتا جا رہا ہے لیکن ماہرفن کو اب بھی اُستاد ماننا پڑتا ہے۔ اُس کو اب بھی ایسی معلومات رہتی ہیں جن کا دوسروں کو وہم و گمان تک نہیں ہوتا اور اُس کے پاس اُن مشکلات کا حل موجود رہتا ہے جن مشکلات کا دوسروں کو علم اور احساس بھی نہیں ہوتا۔

اس لیے اس کو مسلّم امر سمجھو کہ سمجھ دار انجینیر اور عمار کسی ماہرفن سے کہینگے کہ اُن کی کنکریٹ کی تعمیر کو تجویز کرے۔ لیکن اب بھی کئی سوال باقی رہ جاتے ہیں۔ اول یہ کہ ماہرفن کا انتخاب کس اصول کی بنیاد پر کیا جائے۔ عمار بہت سے تجربہ کار کارخانوں کی فہرست کا مطالعہ کر کے کسی ایک "نظام"

یا پیٹنٹ سلاخ کو چن لیگا اور اس کارخانے کے انجینیر اس کو اس تنظام یا سلاخ کی خوبیاں بتائینگے۔

لیکن اگر عمار سمجھ دار ہے تو اس کو معلوم ہوگا کہ اس تنظام یا پیٹنٹ سلاخ کی خوبیوں کو سمجھنا بھی ماہر فن کا کام ہے۔ اور کوئی "تنظام" ہر صورت کے لیے بہترین نہیں ہو سکتا اور نہ کوئی پیٹنٹ سلاخ بغیر تضیع کے ہر شکل اختیار کر سکتی ہے۔

عمار یا انجینیر جس ماہر فن کا انتخاب کرینگے ان کو کسی خاص "نظام" یا سلاخ کا پابند نہ ہونا چاہیے اور ہر نئی صورت میں ان کو اپنے فن کے علم کی پیروی کرنی چاہیے۔

گتہ دار[1]

بعض مسالوں میں جن میں سے ایک تعمیری فولاد ہے مکمل تعمیر کی مضبوطی بہت تھوڑی حد تک گتہ دار پر منحصر ہے۔ اگر تجویز کسی لائق انجینیر سے کرائی گئی ہو اور کام کی اس طرح کی جانچ کی گئی ہو جیسے ریلوں کے تنگ کسے ہونے کا اور حصوں کو ٹھیک ٹھیک بیٹھنے کا امتحان وغیرہ تو تعمیر کی مضبوطی اس پر منحصر نہیں ہوگی کہ کون سے گتہ دار کو کام دیا گیا ہے۔

لیکن محکم کنکریٹ میں صورت حال مختلف ہے۔ الّا اس کے کہ مجوز مسلسل ذاتی نگرانی رکھے بہت کچھ جو تعمیر کی سلامتی کے لیے بے حد اہم ہے گتہ دار پر منحصر ہوتا ہے۔

نہ صرف یہ کہ بددیانت گتہ دار اپنے نفع کے واسطے جان بوجھ کر غلط کام کریگا مثلاً ناکافی سمنٹ کا استعمال، اِحکام کا کچھ حصہ چھوڑ دینا، فولاد کو اس کے صحیح محل پر لگانے کے لیے کافی کاریگر مقرر کرنے میں کوتاہی، کنکریٹ کو اچھی طرح نہ ٹھوکنا، پرانے کام سے جوڑ ملانے میں سمنٹ کا پلادا استعمال نہ کرنا وغیرہ وغیرہ۔ نہ صرف یہ دانستہ غلطیاں بلکہ گتہ دار

[1] ٹھیکہ دار

دیانت دار ہو تو بھی نادانستہ غلطیوں کا احتمال ہے مثلاً ایک دن کا کام کس نوبت پر چھوڑنا چاہیے یہ بے حد اہم ہے اور اکثر گتہ داروں کو یہ معلوم نہیں ہوتا۔ نیز ماہر فن جو نقشہ جات بنا کر دیتا ہے وہ ممکن ہے کہ کافی واضح نہ ہوں خاص کر جبکہ ان کو پڑھنا کار فرما کے سپرد ہو جو بہت معمولی قابلیت کا ہوتا ہے۔

ایسے بہت سے کاموں کو دیکھنے سے جن کو مسلمہ دیانت کے گتہ داروں نے انجام دیا ہے ہم کو یقین ہو گیا ہے کہ نادانستہ غلطیاں اس سے بہت زیادہ ہوتی ہیں جتنا عام طور پر باور کیا جاتا ہے۔

یہ تسلیم ہو جائے تو اب ہم کو دیکھنا ہے کہ ان غلطیوں سے بچنے کی کیا تدبیر کرنی چاہیے۔

پہلے گتہ دار کا زیادہ نفع کے لالچ میں کام بگاڑ دینا۔ اس کی حفاظت اس طرح ہو سکتی ہے کہ ایک اعلیٰ درجے کا گتہ دار انتخاب کیا جائے جس کو اپنے نام کا زیادہ خیال ہو بہ نسبت اس کے کہ بد دیانتی سے تھوڑا سا نفع حاصل کیا جائے۔

موجودہ زمانے میں جو کھلی ہوئی مسابقت ہے اور جو میلان ہے کہ لاگت ہی کا خیال کیا جائے اور وصف کا کچھ خیال نہ کیا جائے اس کے باوجود اب بھی ایسے کارخانے موجود ہیں۔ ان کو کام دینے میں لاگت تھوڑی زیادہ آئے لیکن دوسرے مسالوں کی عمارتوں سے زیادہ محکم کنکریٹ میں اس بات کی ضرورت ہے کہ ان کارخانوں سے کام لیا جائے۔ لاگت کی زیادتی در اصل اتنی نہیں ہوتی جتنی پہلے نظر آتی ہے۔ نگرانی میں اب صرف اتنا رہ جاتا ہے کہ گتہ دار کو کام سمجھا دیا جائے اور اس طرح نگرانی کا صرفہ بڑی حد تک کم ہو جاتا ہے پھر اس کے علاوہ انسان فکروں سے اور دوسری تکالیف سے محفوظ رہتا ہے اور وقت کی بھی بچت ہوتی ہے۔

دیانت دار گتہ داروں سے نادانستہ طور پر جو غلطیاں ہوتی ہیں اس کی وجہ زیادہ تر انجنیر کا کافی تفصیلات نہ دینا ہے (مثلاً یہ نہ بتانا کہ سلاخوں کے گرد کنکریٹ کی کیا پوشش دی جائے) یا انجنیر کا ایسی باتوں کو مسلمہ سمجھنا جو

گتہ دار کو معلوم نہیں۔ ان غلطیوں سے بچنے کی تدبیر یہ ہے کہ انجنیر اور گتہ دار اتحاد عمل کریں۔

یہ پایا گیا ہے کہ تفصیلات دینے میں چند قرار دادوں کی سختی سے پابندی ضروری ہے جن کو انجنیر اور گتہ دار دونوں سمجھتے ہوں مختلف ماہرین مختلف قرار دادیں اختیار کرتے ہیں مثلاً بعض وضاحت کی خاطر شہتیر کے اندر کی مختلف سلاخوں کو مختلف سطحوں پر بنائینگے (جیسے شکل ۲ میں ہے) جب کہ درحقیقت سلاخوں کو ایک ہی سطح پر ہونا ہے لیکن نقشہ میں گڑبڑ ہو جائیگی اگر ایک چھوٹے پیمانے پر ایک ہی سطح میں دکھائے جائیں۔ یہ قرار داد کارآمد ہے لیکن اگر گتہ دار اس سے مانوس نہ ہو تو غلط فہمی کا احتمال ہے۔ ایسی بہت سی مثالیں دی جا سکتی ہیں۔

اس طرح ظاہر ہے کہ گتہ دار کو تجربہ ہونا چاہیے نہ صرف محکم کنکریٹ کا بلکہ تفصیلات اور انتظام کے اس نظام کا جو مجوز نے اختیار کیا ہے۔ یہ مقصد پوری تکمیل کے ساتھ حاصل ہوگا اگر ایسے کارخانے سے معاملہ کیا جائے جس میں محکم کنکریٹ کا شعبہ کسی لائق انجنیر کے تحت ہو جس کی تجویز قابل اطمینان ہو اور جس کے نقشے اور طریقے اس کا ماتحت کارفرما اچھی طرح سمجھتا ہو۔ یہ اتحاد عمل کارخانے کی تنظیم کا سب میں اہم جزو ہے۔

اس نظام میں یعنی تجویز اور عمل پیرائی دونوں کسی اعلیٰ درجے کے کارخانے کے سپرد کر دینے میں اور بہت سے فائدے ہیں جن میں سے یہاں ایک یہ بیان کیا جا سکتا ہے کہ کارخانے کے جس انجنیر کے تحت کام ہے اس کو قیمتوں کا صحیح صحیح علم ہوگا اور وہ تجویز میں ارزانی کا خیال رکھ سکیگا۔ اور دوسرا یہ کہ مجوز اور گتہ دار دونوں ایک ہونے سے ذمہ داری بٹ نہیں جاتی اور یہ عمارت کے لیے بڑے فائدے کی بات ہے۔ ہم کو ایک واقعہ یاد ہے کہ عمدہ گتہ داروں نے ایک مجوز کی تخصیص پر مال مسالے اور کاریگری کے متعلق اس کی پوری پسندیدگی پر اور اس کی نگرانی میں کام کیا۔ لیکن کنکریٹ کے امتحانی نمونوں میں متوقع مضبوطی نہیں پائی گئی اور گتہ داروں نے قدرتی طور پر تعمیر کی

حصہ طلی کی ذمہ داری سے انکار کر دیا۔ عمار کے لیے یہ مشکل مرحلہ ہو جاتا ہے جو پیش نہ آتا اگر ٹھیکہ دار تجویز کے لیے بھی ذمہ دار ہوتا۔

اس پر اعتراض یہ ہوگا کہ ٹھیکہ داروں ہی کے ماہر کو تجویز سپرد کرنے سے لاگت پر عمار کا کوئی قابو نہ رہیگا۔ اس کی بہترین تدبیر یہ ہے کہ رقومات کی ادائی لاگت جمع ایک مقررہ رقم" کے اصول پر یا نرخ نامے کے نظام پر ہو۔

کام کرانے کا متبادل نظام مسابقانہ ٹنڈر اور تجاویز ہیں اور یہ نظام اب بھی باقی ہے، اگرچہ عماروں، انجنیروں اور مالکوں سب کے لیے تکلیف دہ ہے۔ اس میں بڑے نقائص یہ ہیں کہ مجوز کو بڑی ترغیب ہوتی ہے کہ مال مسالے کو اور قدر سلامتی کو مسلہ قیمتوں سے کم کر دے، اور یہ کہ بہترین تجویز خراب ٹنڈر کے ساتھ ہو اور اس طرح ضایع ہو جائے، یہ کہ کام کی ذمہ داری بٹ جاتی ہے، یہ کہ جو منصوبے قبول نہیں کیے جاتے اُن میں کام کی ایک بڑی مقدار ضائع ہوتی ہے اور اس کی لاگت حاصل کرنے کے لیے تجویز کو زیادہ قیمتی بنانا پڑتا ہے۔ اسی طرح کی اور بہت سی خرابیاں ہیں۔

ہم کو ایسے کاموں کا جو تجربہ ہوا ہے جن کو ایک لائق انجنیر نے اپنے ہی کارفرماؤں سے کرایا جو اُس کی تجویزوں اور طریقوں سے مانوس تھے اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اس نظام کے اختیار کرنے سے محکم کنکریٹ کے پورے فائدے حاصل ہوتے ہیں کیونکہ ناقص کاریگری یا دفتر نقشہ کشی اور کاریگروں کے درمیان سمجھوتہ نہ رہنے کی دقت نہیں پیش آتی۔

ضمیمہ اوّل

اس کے اندر لداؤ اور تثبیت کے مختلف حالات کے تحت شہتیر کی ریاضیاتی تحلیل سے بحث کی گئی ہے۔

فہرست مضامین

شق	مضمون	صفحہ
	ترقیم کے حروف اور علامات	۳۲۷
	ایک فصل	
۱	یکساں بوجھ، سروں کے ڈھال دیے ہوئے	۳۲۸
۲	بوجھ ہموار طور پر بدلتا ہوا، سروں پر صفر، وسط میں اعظم، سروں کے ڈھال دیے ہوئے	۳۳۲
۳	مرتکز بوجھ نیم فصل پر، سروں کے ڈھال دیے ہوئے	۳۳۴
۴	دو مرتکز بوجھ نقاط تثلیث پر، سروں کے ڈھال دیے ہوئے	۳۳۷
۵	یکساں بوجھ، شہتیر ستونوں کے ساتھ یک لخت	۳۴۱

دو فصل

تین فصل

عام صورت

بہت سے فصلوں کے شہتیر کا اندرونی خانہ

یکساں منقسم بوجھ

بوجھ ہموار طور پر متغیر، سروں پر صفر، وسط میں اعظم

مرتکز بوجھ نیم فصل پر

مرکزی بوجھ نقاطِ تثلیث پر

سہاروں کے بٹھاؤ کا اثر مسلسل شہتیروں کے مرکزی معیاروں پر

ترقیم

اس ضمیمے کی ساری ترقیم یہاں حوالے کے لیے اکٹھی کر دی گئی ہے۔

و یکساں بوجھ شہتیر کا فی اکائی طول۔
ل شہتیر کا فصل سہارے کے مرکز سے سہارے کے مرکز تک۔
جہ شہتیر یا ستون کا معیارِ جمود۔
ھ شہتیر میں معیارِ جمود اور طول کی نسبت۔
ن ستون میں " " " "
ک ایک مستقل جو مساوات مہ = ک ن ع مہ میں آتا ہے۔
مہ کسی رکن کے سرے پر دباؤ کی وجہ سے پیدا شدہ ڈھال۔
س شہتیر کا مجموعی ردِ عمل ستون پر۔

لا، ما کسی نقطے کے اُفقی اور انتصابی محدد لا، لا وغیرہ تحمل کے مستقل۔
جو معیار شہتیر کے بالائی پہلو میں تناؤ پیدا کریں منفی سمجھے جائینگے۔

$$س_۱ = ک_۱ ن_۱ + ۲ ح_۱$$

$$س_۲ = ک_۲ ن_۲ + ۲ ح_۱ + ۲ ح_۲$$

$$س_۳ = ک_۳ ن_۳ + ۲ ح_۱ + ۲ ح_۲ + ۲ ح_۳ \text{، وغیرہ}$$

ڈھال مثبت شمار کیا جائیگا اگر نئی وضع اصلی وضع سے مثبت زاویے میں
یعنی خلافِ سمتِ ساعت سمت میں گھوم کر حاصل ہوئی ہو۔
یہ فرض کیا گیا ہے کہ کسی فصل کے اندر شہتیر کا معیارِ جمود مستقل ہے۔

شق ۱

ایک فصل، یکساں لدا ہوا، سروں کے ڈھال ع۱، ع۲ (شکل ع۱۳۵)۔

حسبِ ذیل باتیں معلوم کرنی ہیں:-
(۱) سہاروں پر کے منفی معیار،
(۲) سہاروں پر کے ردِّ عمل،
(۳) مثبت معیار کی اعظم قیمت شہتیر کے وسط میں۔

شکل ع۱۳۵۔ ایک فصل، یکساں لدا ہوا

کسی نقطے پر خماؤ کے معیار کے لیے مساوات یہ ہے:

$$م = ع\, جد \frac{د^۲ ما}{د لا^۲} = ر_۱ لا - \frac{و لا^۲}{۲} + م_۱$$

تکمل سے

$$ع\, جد \frac{د ما}{د لا} = ر_۱ \frac{لا^۲}{۲} - \frac{و لا^۳}{۶} + م_۱ لا + لا_۱$$

جب کہ لا = ۰ تو ع جد ع۱ = لا۱

اور اس قیمت کو درج کرنے سے

$$\text{ع جہ}\frac{\text{فر ما}}{\text{فر لا}} = \frac{\text{س}_1\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و لا}^3}{6} + \text{ھ}_1\text{لا} + \text{ع جہ عم}_1 \quad \text{....(۱)}$$

، $\text{لا} = \text{ل}$ تو $\frac{\text{فر ما}}{\text{فر لا}} = \text{عم}_2$

$$\text{ع جہ عم}_2 = \frac{\text{س}_1\text{ل}^2}{2} - \frac{\text{و ل}^3}{6} + \text{ھ}_1\text{ل} + \text{ع جہ عم}_1$$

$$\text{ھ}_1 = -\frac{\text{س}_1\text{ل}}{2} + \frac{\text{و ل}^2}{6} - \frac{\text{ع جہ}(\text{عم}_1 - \text{عم}_2)}{\text{ل}} \quad \text{........(۲)}$$

ت (۱) کو تکمیل کرنے سے

$$\text{ع جہ ما} = \frac{\text{س}_1\text{لا}^3}{6} - \frac{\text{و لا}^4}{24} + \frac{\text{ھ}_1\text{لا}^2}{2} + \text{ع جہ عم}_1\text{لا} + \text{ک}_2 \quad \text{.....(۳)}$$

. تو ما = . اس طرح $\text{ک}_2 = .$

ل تو ما = . اس طرح (۳) سے

$$\text{ھ}_1 = -\frac{\text{س}_1\text{ل}}{3} + \frac{\text{و ل}^2}{12} - \frac{2\,\text{ع جہ عم}_1}{\text{ل}} \quad \text{........(۴)}$$

۲ سے اور (۴) کو ۳ سے ضرب دے کر ایک میں سے دوسری کو
کرنے سے

$$\text{ھ}_1 = -\frac{\text{و ل}^2}{12} - \frac{4\,\text{ع جہ عم}_1}{\text{ل}} - \frac{2\,\text{ع جہ عم}_2}{\text{ل}}$$

$$\text{ھ}_1 = -\frac{\text{و ل}^2}{12} - 4\,\text{ع ک عم}_1 - 2\,\text{ع ک عم}_2$$

، (۲) میں سے تفریق کرکے س_1 کے لیے حل کرنے سے

$$\text{س}_1 = \frac{\text{و ل}}{2} + \frac{6\,\text{ع جہ عم}_1}{\text{ل}^2} + \frac{6\,\text{ع جہ عم}_2}{\text{ل}^2}$$

اور
$$\text{س}_{۲} = \text{و ل} - \text{س}_{۱} = \frac{\text{و ل}}{۲} - \frac{۶\,\text{ع جہ م}_{۱}}{\text{ل}^{۲}} - \frac{۶\,\text{ع جہ م}_{۲}}{\text{ل}^{۲}}$$

دائیں سہارے کے گرد میعار لینے سے

$$\text{م}_{۲} = \text{س}_{۱}\,\text{ل} - \frac{\text{و ل}^{۲}}{۲} + \text{م}_{۱}$$

اوپر سے $\text{م}_{۱}$ اور $\text{س}_{۱}$ کی قیمتیں مندرج کرنے سے

$$\text{م}_{۲} = -\frac{\text{و ل}^{۲}}{۱۲} + \frac{۲\,\text{ع جہ م}_{۱}}{\text{ل}} + \frac{۴\,\text{ع جہ م}_{۲}}{\text{ل}}$$

شہتیر کے وسط کے قریب اعظم مثبت میعار بائیں سہارے سے ایسے فاصلہ لا پر واقع ہوگا کہ جز صفر ہو۔

$$\text{س}_{۱} - \text{و لا} = ۰$$

یا
$$\text{لا} = \frac{\text{س}_{۱}}{\text{و}} = \frac{\text{ل}}{۲} + \frac{۶\,\text{ع جہ}}{\text{و ل}^{۲}}\left(\text{م}_{۱} + \text{م}_{۲}\right)$$

اس نقطے پر میعار

$$\text{م}_{\text{ب}} = \text{س}_{۱}\,\text{لا} - \frac{\text{و لا}^{۲}}{۲} + \text{م}_{۱}$$

$$= \frac{\text{س}_{۱}^{۲}}{\text{و}} - \frac{\text{س}_{۱}^{۲}}{۲\,\text{و}} + \text{م}_{۱} = \frac{\text{س}_{۱}^{۲}}{۲\,\text{و}} + \text{م}_{۱}$$

ان مساواتوں کو آسانی کے لیے یوں اکٹھا کیا جاسکتا ہے:-

$$\text{م}_{۱} = -\frac{\text{و ل}^{۲}}{۱۲} - ۴\,\text{ع ک م}_{۱} - ۲\,\text{ع ک م}_{۲}$$

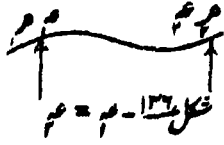
$$\text{م}_{۲} = -\frac{\text{و ل}^{۲}}{۱۲} + ۲\,\text{ع ک م}_{۱} + ۴\,\text{ع ک م}_{۲}$$

$$\text{س}_{۱} = \frac{\text{و ل}}{۲} + \frac{۶\,\text{ع ک}}{\text{ل}}\left(\text{م}_{۱} + \text{م}_{۲}\right)$$

$$ک_۱ = \frac{ول}{۲} - \frac{۶ ع کا}{ل} (ع_۱ + ع_۲)$$

$$م_x = \frac{ک_۱^۲}{۲و} + م_۱$$

$ع_۱$، $ع_۲$ کی خاص قیمتوں کے واسطے $م_۱$، $م_۲$ وغیرہ کی مساواتیں سادہ شکل اختیار کرتی ہیں۔ (شکل ۱۳۶)۔

صورت ۱ — $ع_۱ = ع_۲$

$$م_۱ = -\frac{ول^۲}{۱۲} - ۶ ع کا ع_۱$$

$$م_۲ = -\frac{ول^۲}{۱۲} + ۶ ع کا ع_۱$$

شکل ۱۳۶ ـ $ع_۱ = ع_۲$

صورت ۲ — $ع_۱ = -ع_۲$ (شکل ۱۳۷)

$$م_۱ = -\frac{ول^۲}{۱۲} - ۲ ع کا ع_۱$$

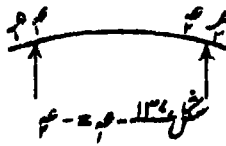
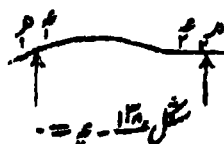
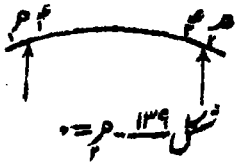
$$م_۲ = -\frac{ول^۲}{۱۲} + ۲ ع کا ع_۱$$

شکل ۱۳۷ ـ $ع_۱ = -ع_۲$

صورت ۳ — $ع_۲ = ۰$ (شکل ۱۳۸)

$$م_۱ = -\frac{ول^۲}{۱۲} - ۴ ع کا ع_۱$$

$$م_۲ = -\frac{ول^۲}{۱۲} + ۲ ع کا ع_۱$$

شکل ۱۳۸ ـ $ع_۲ = ۰$

صورت ۴ — $م_۲ = ۰$ یعنی ایک سرا آزاد اور دوسرے پر میعاد $م_۱$ (شکل ۱۳۹)۔

شکل ۱۳۹ ـ $م_۲ = ۰$

$$م_۱ = -\frac{ول^۲}{۱۲} - ۴ ع کا ع_۱ - ۲ ع کا ع_۲$$

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و ل}^2}{12} + 2\,\text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_1 + 4\,\text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_2 = 0$$

$$\therefore\quad 2\,\text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_2 = \frac{\text{و ل}^2}{24} + \text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_1$$

$$\therefore\quad \text{م}_1 = -\frac{\text{و ل}^2}{8} - 3\,\text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_1$$

اور $$\text{س}_1 = \frac{\text{و ل}}{2} - \frac{\text{م}_1 - \text{م}_2}{\text{ل}} = \frac{5}{8}\,\text{و ل} + \frac{3\,\text{ع}\,\text{۵}\,\text{ع}_1}{\text{ل}}$$

ستونوں میں عرضی بوجھ و صفر ہوگا اور ۵ کی جگہ ن مندرج کرنے سے ایک سرے کا معیار یہ ہوگا

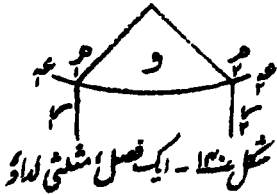
$$\text{م} = \text{ک}\,\text{ن}\,\text{ع}\,\text{ع}$$

جہاں ک کی قیمت ۲ سے ۶ تک ہوگی۔

شق ۲

ایک فصل، بوجھ ہموار طور پر متغیر، سروں پر صفر اور وسط میں اعظم، سروں پر ڈھال ع_1، ع_2 دیے ہوئے (شکل عـ۱۴۰)۔

سروں کے منفی معیار، بوجھ اور سروں کے ڈھالوں کی رقوم میں معلوم کرو۔

شکل عـ۱۴۰ - ایک فصل، مثلثی لداؤ

اگر و = شہتیر پر مجموعی بوجھ

تو بوجھ کے منحنی کا معین بائیں سہارے سے فاصلہ لا پر $= \frac{4\,\text{و لا}}{\text{ل}^2}$

شہتیر کے وسط تک کسی نقطے پر خم کا معیار

$$\text{م} = \text{ع جہ}\,\frac{\text{د}^2\text{ا}}{\text{د لا}^2} = \text{م}_1 + \text{س}_1\,\text{لا} - \frac{4\,\text{و لا}}{\text{ل}^2} \times \frac{\text{لا}}{2} \times \frac{\text{لا}}{3}$$

اس کو تکمل کرنے سے

$$\text{ع جہ}\,\frac{\text{فرما}}{\text{فرلا}} = \text{م}_{۱}\,\text{لا} + \frac{\text{س}_{۱}\,\text{لا}^{۲}}{۲} - \frac{\text{د لا}^{۴}}{۶\,\text{ل}^{۲}} + \text{ک}_{۱}$$

لا = ۰ رکھنے سے $\text{ع جہ ع}_{۱} = \text{ک}_{۱}$

اور یہ قیمت درج کرنے سے

$$\text{ع جہ}\,\frac{\text{فرما}}{\text{فرلا}} = \text{م}_{۱}\,\text{لا} + \frac{\text{س}_{۱}\,\text{لا}^{۲}}{۲} - \frac{\text{د لا}^{۴}}{۶\,\text{ل}^{۲}} + \text{ع جہ ع}_{۱} \quad \ldots\ldots (۱)$$

اسی طرح دائیں سرے سے فاصلہ لا پر ڈھال یہ ہوگا

$$\text{ع جہ}\,\frac{\text{فرما}}{\text{فرلا}} = \text{م}_{۲}\,\text{لا} + \frac{\text{س}_{۲}\,\text{لا}^{۲}}{۲} - \frac{\text{د لا}^{۴}}{۶\,\text{ل}^{۲}} - \text{ع جہ ع}_{۲} \quad \ldots\ldots (۲)$$

لیکن $\text{س}_{۱} = \frac{\text{د}}{۲} + \left(\frac{\text{م}_{۱} - \text{م}_{۲}}{\text{ل}}\right)$ اور مساواتوں (۱) اور (۲) میں لا = $\frac{\text{ل}}{۲}$ رکھ کر ع جہ $\frac{\text{فرما}}{\text{فرلا}}$ کی دونوں قیمتوں کو مساوی رکھنے سے لیکن یہ یاد رکھ کر کہ (۱) اور (۲) سے حاصل ہونے والے ڈھال مخالف علامتوں کے ہونگے یہ حاصل ہوتا ہے

$$(\text{م}_{۱} + \text{م}_{۲})\,\frac{\text{ل}}{۲} + \frac{۵}{۴۸}\,\text{د ل}^{۲} + \text{ع جہ}\,(\text{ع}_{۱} - \text{ع}_{۲}) = ۰ \quad \ldots\ldots (۳)$$

(۱) کو تکمل کرنے سے

$$\text{ع جہ ما} = \frac{\text{م}_{۱}\,\text{لا}^{۲}}{۲} + \frac{\text{س}_{۱}\,\text{لا}^{۳}}{۶} - \frac{\text{د لا}^{۵}}{۳۰\,\text{ل}^{۲}} + \text{ع جہ ع}_{۱}\,\text{لا} + \text{ک}_{۲}$$

اور چونکہ انحراف ما صفر ہے جب لا = ۰

$$\therefore\ \text{ک}_{۲} = ۰$$

(۲) کو تکمل کرنے سے

$$\text{ع جہ ما} = \frac{\text{م}_{۲}\,\text{لا}^{۲}}{۲} + \frac{\text{س}_{۲}\,\text{لا}^{۳}}{۶} - \frac{\text{د لا}^{۵}}{۳۰\,\text{ل}^{۲}} - \text{ع جہ ع}_{۲}\,\text{لا} + \text{ک}_{۳}$$

لا = ۰ تو ا = ۰ اس لیے لا = ۰ اور انصراف دونوں مساواتوں سے ایک ہی علامتوں کے ہونگے اس لیے لا = $\frac{ل}{۲}$ کے لیے دونوں کو مساوی رکھنے سے

$$\frac{(م_۱ - م_۲)ل^۲}{۸} - \frac{ل^۳}{۴۸} \cdot \frac{۲(م_۱ - م_۲)}{ل} + \frac{ع جـ د ل (ع_۱ + ع_۲)}{۲} = ۰$$

یعنی $(م_۱ - م_۲)\frac{ل^۲}{۱۲} + \frac{ع جـ د ل (ع_۱ + ع_۲)}{۲} = ۰$ .... (۴)

مساواتوں (۳) اور (۴) سے $م_۱$ اور $م_۲$ کے لیے ذیل کے جملے حاصل ہوتے ہیں:-

$م_۱ = - \frac{۵}{۴۸} و ل - ۴ ع ک ع_۱ - ۲ ع ک ع_۲$ .... (۵)

$م_۲ = - \frac{۵}{۴۸} و ل + ۲ ع ک ع_۱ + ۴ ع ک ع_۲$ .... (۶)

شق ۳

ایک فصل، مرتکز بوجھ و وسط میں، سروں کے ڈھال $ع_۱$، $ع_۲$ دیے ہوئے (شکل ع ۱۴۱)۔
سہاروں کے منفی معیار معلوم کرنا۔

بائیں سرے سے وسط تک کسی نقطے کے لیے معیار کی مساوات یہ ہے:

$$م = ع جـ د \frac{فر^۲ ا}{فر لا^۲} = م_۱ + ر_۱ لا$$

اس کو تکمل کرتے سے

شکل ع ۱۴۱ - ایک فصل پر مرتکز بوجھ

$$\text{ع جد}\frac{\text{و ما}}{\text{و لا}} = \text{م}_1\text{لا} + \frac{\text{سا}_1\text{لا}^2}{2} + \text{لا}_1$$

لا = ۰ رکھنے سے ع جد ع_1 = لا_1

$$\therefore \text{ع جد}\frac{\text{و ما}}{\text{و لا}} = \text{م}_1\text{لا} + \frac{\text{سا}_1\text{لا}^2}{2} + \text{ع جد ع}_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

وسط کے آگے

$$\text{م} = \text{ع جد}\frac{\text{و}^2\text{ما}}{\text{و لا}^2} = \text{م}_1 + \text{سا}_1\text{لا} - \text{و}\left(\text{لا} - \frac{\text{ل}}{2}\right)$$

اس کو تکمل کرنے سے

$$\text{ع جد}\frac{\text{و ما}}{\text{و لا}} = \text{م}_1\text{لا} + \text{سا}_1\frac{\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و لا}^2}{2} + \frac{\text{و ل لا}}{2} + \text{لا}_2$$

$$\text{لا} = \text{ل} \text{ رکھنے سے ع جد ع}_2 = \text{م}_1\text{ل} + \frac{\text{سا}_1\text{ل}^2}{2} - \frac{\text{و ل}^2}{2} + \frac{\text{و ل}^2}{2} + \text{لا}_2$$

اس مساوات سے لا_2 کی قیمت درج کرنے سے

$$\text{ع جد}\frac{\text{و ما}}{\text{و لا}} = \text{م}_1(\text{لا} - \text{ل}) + \frac{\text{سا}_1}{2}(\text{لا}^2 - \text{ل}^2) - \frac{\text{و لا}^2}{2} + \frac{\text{و ل لا}}{2} + \text{ع جد ع}_2 \quad \ldots\ldots (2)$$

وسط میں ڈھال (۱) یا (۲) سے مساوی حاصل ہونا چاہیے۔
اس لیے $\text{لا} = \frac{\text{ل}}{2}$ رکھ کر ان کو مساوی رکھنے سے

$$\frac{\text{م}_1\text{ل}}{2} + \frac{\text{سا}_1\text{ل}^2}{8} + \text{ع جد ع}_1 = -\frac{\text{م}_1\text{ل}}{2} - \frac{3}{8}\text{سا}_1\text{ل}^2 - \frac{\text{و ل}^2}{8} + \frac{\text{و ل}^2}{4} + \text{ع جد ع}_2$$

$$\text{یعنی } \text{م}_1 = -\frac{\text{سا}_1\text{ل}}{2} + \frac{\text{و ل}}{8} - \frac{\text{ع جد}(\text{ع}_1 - \text{ع}_2)}{\text{ل}} \quad \ldots\ldots (3)$$

مساوات (۱) کو تکمل کرنے سے

$$\text{ع جد ما} = \frac{\text{م}_1\text{لا}^2}{2} + \frac{\text{سا}_1\text{لا}^3}{6} + \text{ع جد ع}_1\text{لا} + \text{لا}_3$$

لا = ۰ تو ما = ۰ اس لیے $\text{لا}_3 = 0$

∴ ع جہ ما = م۱ لا۲ / ۲ + س۱ لا۳ / ۶ + ع جہ ع۲ لا .... (۴)

مساوات (۲) کو تکمل کرنے سے

ع جہ ما = م۱ لا۲ / ۲ − م۱ ل لا + س۱ لا۳ / ۶ − س۱ ل۲ لا / ۲ − د لا۴ / ۶ + و ل لا۳ / ۴ + ع جہ ع۲ لا + کا۴

لا = ل تو ما = ۰

∴ ۰ = م۱ ل۲ / ۲ − م۱ ل۲ + س۱ ل۳ / ۶ − س۱ ل۳ / ۲ − د ل۳ / ۶ + و ل۳ / ۴ + ع جہ ع۲ ل + کا۴

یعنی کا۴ = م۱ ل۲ / ۲ + س۱ ل۳ / ۳ − د ل۳ / ۱۲ − ع جہ ع۲ ل

∴ ع جہ ما = م۱ لا۲ / ۲ − م۱ ل لا + م۱ ل۲ / ۲ + س۱ لا۳ / ۶ − س۱ ل۲ لا / ۲
+ س۱ ل۳ / ۳ − د لا۳ / ۶ + و ل لا۲ / ۴ − د ل۳ / ۱۲
+ ع جہ ع۲ لا − ع جہ ع۲ ل .... (۵)

وسط کا انحراف (۴) اور (۵) سے مساوی حاصل ہونا چاہیے اس لیے لا = ل / ۲ کے لیے دونوں کو مساوی رکھنے سے

م۱ ل۲ / ۸ + س۱ ل۳ / ۴۸ + ع جہ ع۲ ل / ۲ = م۱ ل۲ / ۸ − م۱ ل۲ / ۲ + م۱ ل۲ / ۲ + س۱ ل۳ / ۴۸ − س۱ ل۳ / ۴
+ س۱ ل۳ / ۳ − د ل۳ / ۴۸ + د ل۳ / ۱۶ − د ل۳ / ۱۲
+ ع جہ ع۲ ل / ۲ − ع جہ ع۲ ل

یعنی س۱ ل۳ / ۱۲ = د ل۳ / ۲۴ + ع جہ ل / ۲ (ع۱ + ع۲)

یا ر۱ = و/۲ + (۶ ع جہ / ل²) (عہ۱ + عہ۲) ....(۶)

سہارے پر کے منفی معیار کے لیے مساوات (۶) کو (۳) میں مندرج کرنے سے

م۱ = - و ل/۸ - ۳ ع جہ (عہ۱ + عہ۲)/ل - ع جہ (عہ۱ - عہ۲)/ل + و ل/۸

= - و ل/۸ - ۴ ع ک عہ۱ - ۲ ع ک عہ۲ .... (۷)

اور م۲ = - و ل/۸ + ۲ ع ک عہ۲ + ۴ ع ک عہ۱ .... (۸)

اگر عہ۱ اور عہ۲ مساوی اور مخالف علامتوں کے ہوں تو

م۱ = - و ل/۸ - ۲ ع ک عہ۱

م۲ = - و ل/۸ + ۲ ع ک عہ۲

شق ۴

ایک فصل، دو مرتکز بوجھ و/۲ نقاط تثلیث پر، سروں کے ڈھال عہ۱، عہ۲ دیے ہوئے (شکل ۱۴۲ء)۔

سہاروں کے منفی معیار معلوم کرو

بائیں سہارے سے پہلے بوجھ تک

م = ع جہ (د² ی / د لا²) = م۱ + ر۱ لا

اس کو تکمل کرنے سے

و/۲ و/۲ م۱ م۲ عہ۱ عہ۲ ر۱ ر۲

شکل ۱۴۲ء - ایک فصل، دو مرتکز بوجھ نقاط تثلیث پر۔

$$\text{ع جد}\ \frac{\text{ور ما}}{\text{ور لا}} = \text{ه}_1\,\text{لا} + \frac{\text{س}_1\,\text{لا}^2}{2} + \text{ک}_1$$

$\text{لا} = 0$ رکھنے سے $\text{ع جد عم} = \text{ک}_1$

$$\therefore\ \text{ع جد}\ \frac{\text{ور ما}}{\text{ور لا}} = \text{ه}_1\,\text{لا} + \frac{\text{س}_1\,\text{لا}^2}{2} + \text{ع جد عم}_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

پہلے اور دوسرے بوجھ کے درمیان

$$\text{ه} = \text{ع جد}\ \frac{\text{ور}^2\,\text{ا}}{\text{ور لا}^2} = \text{ه}_1 + \text{س}_1\,\text{لا} - \frac{\text{و}}{2}\left(\text{لا} - \frac{\text{ل}}{3}\right)$$

اس کو تکمیل کرنے سے

$$\text{ع جد}\ \frac{\text{ور ما}}{\text{ور لا}} = \text{ه}_1\,\text{لا} + \text{س}_1\,\frac{\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و}\,\text{لا}^2}{4} + \frac{\text{و ل لا}}{6} + \text{ک}_2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$\text{لا} = \frac{\text{ل}}{3}$ کے لیے (۱) اور (۲) سے $\frac{\text{ور ما}}{\text{ور لا}}$ کی وہی قیمت حاصل ہونی چاہیے اس لیے $\text{لا} = \frac{\text{ل}}{3}$ رکھ کر مساوی کرنے سے

$$\frac{\text{ه}_1\,\text{ل}}{3} + \frac{\text{س}_1\,\text{ل}^2}{18} + \text{ع جد عم}_1 = \frac{\text{ه}_1\,\text{ل}}{3} + \frac{\text{س}_1\,\text{ل}^2}{18} - \frac{\text{و}\,\text{ل}^2}{36} + \frac{\text{و}\,\text{ل}^2}{18} + \text{ک}_2$$

یعنی $\text{ک}_2 = \text{ع جد عم}_1 - \frac{\text{و}\,\text{ل}^2}{36}$

اس کو (۲) میں مندرج کرنے سے

$$\text{ع جد}\ \frac{\text{ور ما}}{\text{ور لا}} = \text{ه}_1\,\text{لا} + \frac{\text{س}_1\,\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و}\,\text{لا}^2}{4} + \frac{\text{و ل لا}}{6} + \text{ع جد عم}_1 - \frac{\text{و}\,\text{ل}^2}{36} \quad \ldots\ldots (3)$$

تیسرے ثلث کے اندر

$$\text{ه} = \text{ع جد}\ \frac{\text{ور}^2\,\text{ا}}{\text{ور لا}^2} = \text{ه}_1 + \text{س}_1\,\text{لا} - \frac{\text{و}}{2}\left(\text{لا} - \frac{\text{ل}}{3}\right) - \frac{\text{و}}{2}\left(\text{لا} - \frac{2\,\text{ل}}{3}\right)$$

اس کو تکمیل کرنے سے

$$\text{ع جہ}\frac{\text{ورما}}{\text{ورلا}} = \text{ھ}_1\text{لا} + \frac{\text{ھ}_2\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و لا}^2}{4} + \frac{\text{و ل لا}}{6} - \frac{\text{و لا}^2}{4} + \frac{\text{و ل لا}}{3} + \text{لا}_4$$

$$\text{لا = ل تو } \frac{\text{ورما}}{\text{ورلا}} = \text{ع}_4$$

$$\therefore\ \text{ع جہ ع}_4 = \text{ھ}_1\text{ل} + \frac{\text{ھ}_2\text{ل}^2}{2} - \frac{\text{و ل}^2}{2} + \frac{\text{و ل}^2}{2} + \text{لا}_4$$

$$\text{یا لا}_4 = \text{ع جہ ع}_4 - \text{ھ}_1\text{ل} - \frac{\text{ھ}_2\text{ل}^2}{2}$$

$$\therefore\ \text{ع جہ}\frac{\text{ورما}}{\text{ورلا}} = \text{ھ}_1\text{لا} + \frac{\text{ھ}_2\text{لا}^2}{2} - \frac{\text{و لا}^2}{2} + \frac{\text{و ل لا}}{2} + \text{ع جہ ع}_4 - \text{ھ}_1\text{ل} - \frac{\text{ھ}_2\text{ل}^2}{2} \ldots(4)$$

لا = $\frac{2\text{ل}}{3}$ کے لیے $\frac{\text{ورما}}{\text{ورلا}}$ کی قیمت (۳) یا (۴) سے مساوی حاصل ہونی چاہیے۔ اس لیے لا = $\frac{2\text{ل}}{3}$ رکھ کر دونوں کو مساوی کرنے سے

$$-\frac{\text{و ل}^2}{9} + \frac{\text{و ل}^2}{9} + \text{ع جہ ع}_3 - \frac{\text{و ل}^2}{36}$$

$$= -\frac{2}{9}\text{و ل}^2 + \frac{\text{و ل}^2}{3} + \text{ع جہ ع}_4 - \text{ھ}_1\text{ل} - \frac{\text{ھ}_2\text{ل}^2}{2}$$

$$\text{یا}\quad \text{ھ}_1 = \frac{5}{36}\text{و ل} - \frac{\text{ع جہ}(\text{ع}_3 - \text{ع}_4)}{\text{ل}} - \frac{\text{ھ}_2\text{ل}}{2}$$

مساوات (۱) کو تکمل کرنے سے اور تکمل کے مستقل کو صفر رکھنے سے کیونکہ

لا = ۰ تو ما = ۰

$$\text{ع جہ ما} = \frac{\text{ھ}_1\text{لا}^2}{2} + \frac{\text{ھ}_2\text{لا}^3}{6} + \text{ع جہ ع}_3\text{ لا} \ldots\ldots\ldots (5)$$

مساوات (۳) کو تکمل کرنے سے

$$ع جہ ما = \frac{م_۱ لا^۲}{۲} + \frac{م_۲ لا^۳}{۶} - \frac{و لا^۳}{۱۲} + \frac{و ل لا^۲}{۱۲}$$

$$+ ع جہ ع_۱ لا - \frac{و ل^۲ لا}{۳۶} + لا_۴ \quad \cdots (۶)$$

مساواتوں (۵) اور (۶) دونوں میں لا = $\frac{ل}{۳}$ رکھ کر دونوں کے ما کو مساوی رکھنے سے

$$۰ = - \frac{و ل^۳}{۲۷ \times ۱۲} + \frac{و ل^۳}{۹ \times ۱۲} - \frac{و ل^۳}{۳۶ \times ۳} + لا_۴$$

$$\text{یعنی} \quad لا_۴ = \frac{و ل^۳}{۳۲۴}$$

تب مساوات (۶) ہوجائیگی

$$ع جہ ما = \frac{م_۱ لا^۲}{۲} + \frac{م_۲ لا^۳}{۶} - \frac{و لا^۳}{۱۲} + \frac{و ل لا^۲}{۱۲}$$

$$+ ع جہ ع_۱ لا - \frac{و ل^۲ لا}{۳۶} + \frac{و ل^۳}{۳۲۴} \cdots\cdots (۷)$$

مساوات (۴) کو تکمل کرنے سے

$$ع جہ ما = \frac{م_۱ لا^۲}{۲} + \frac{م_۲ لا^۳}{۶} - \frac{و لا^۳}{۶} + \frac{و ل لا^۲}{۴}$$

$$+ ع جہ ع_۲ لا - م_۲ ل لا - \frac{م_۲ ل^۲ لا}{۲} + لا_۵ \cdots\cdots (۸)$$

مساواتوں (۷) اور (۸) کو لا = $\frac{۲}{۳}$ ل کے لیے مساوی رکھنے سے

$$- \frac{و ل^۳ \times ۸}{۲۷ \times ۱۲} + \frac{و ل^۳}{۲۷} + ع جہ ع_۱ \times \frac{۲ ل}{۳} - \frac{و ل^۳}{۵۴} + \frac{و ل^۳}{۳۲۴}$$

$$= - \frac{۴ \times و ل^۳}{۸۱} + \frac{و ل^۳}{۹} + ع جہ ع_۲ \times \frac{۲}{۳} ل$$

$$- \frac{۲}{۳} م_۱ ل^۲ - \frac{ک_۲ ل^۳}{۳} + لا_۰$$

$$یا\ لا_۰ = - \frac{۷}{۱۰۸} و ل^۳ + ع جہ \times \frac{۲}{۳} ل (ع_۱ - ع_۲) + \frac{۲}{۳} م_۱ ل^۲ + \frac{ک_۲ ل^۳}{۳}$$

$لا_۰$ کی قیمت کو (۸) میں مندرج کرکے لا = ل رکھو جس کے لیے $ل_ا = ۰$

$$\therefore ۰ = \frac{م_۱ ل^۲}{۲} + \frac{ک_۲ ل^۳}{۶} - \frac{و ل^۳}{۶} + \frac{و ل^۳}{۴}$$

$$+ ع جہ ع_۱ ل - م_۱ ل^۲ - \frac{ک_۲ ل^۳}{۲} - \frac{۷ و ل^۳}{۱۰۸}$$

$$+ \frac{۲}{۳} ع جہ ل (ع_۱ - ع_۲) + \frac{۲}{۳} م_۱ ل^۲ + \frac{ک_۲ ل^۳}{۳}$$

یعنی $م_۱ = - \frac{۱}{۹} و ل - ۴ ع ۸ ع_۱ - ۲ ع ۸ ع_۲$

اور یہ سہارے پر کا منفی معیار ہے۔

شق ۵

ایک فصل یکساں لدا ہوا، ستونوں کے ساتھ یک لختہ (شکل ۱۴۳)۔
شہتیر کے سروں پر ڈھال معلوم کرنا۔
شق ۱ کی مدد سے ہم لکھ سکتے ہیں

م۱ و م۲ ع۱ ع۲ ۸ کون۱ کون۲

شکل ۱۴۳

ایک فصل یکساں لدا ہوا، استوانوں کے ساتھ یک لختہ

$$م_۱ = ک ن_۱ ع ع_۱ \quad ...... (۱)$$

$$م_۱ = - \frac{و ل^۲}{۱۲} - ۴ ع ۸ ع_۱ - ۲ ع ۸ ع_۲ \quad ..... (۲)$$

$$م_۲ = - \frac{و ل^۲}{۱۲} + ۴ ع ۸ ع_۲ + ۲ ع ۸ ع_۱ \quad ...... (۳)$$

$\text{م}_2 = -\text{ک}_2 \text{ن}_2 \, \text{ع} \, \text{ع}_2$ .... (۴)

م_2 کی قیمتوں کو مساوی رکھنے سے

$$-\text{ک}_2 \text{ن}_2 \, \text{ع} \, \text{ع}_2 = -\frac{\text{و} \, \text{ل}^2}{12} + 4 \, \text{ع} \, \text{ه} \, \text{ع}_2 + 2 \, \text{ع} \, \text{ه} \, \text{ع}_1$$

$$\text{یا} \quad \text{ع} \, \text{ع}_2 = \frac{\text{و} \, \text{ل}^2}{12} \times \frac{1}{(\text{ک}_2 \text{ن}_2 + 4\text{ه})} - \frac{2\text{ه}}{(\text{ک}_2 \text{ن}_2 + 4\text{ه})} \, \text{ع} \, \text{ع}_1$$

اور م_1 کی قیمتوں کو مساوی رکھنے سے

$$\text{ع} \, \text{ع}_1 = -\frac{\text{و} \, \text{ل}^2}{12} \cdot \frac{1}{(\text{ک}_1 \text{ن}_1 + 4\text{ه})} - \frac{2\text{ه}}{(\text{ک}_1 \text{ن}_1 + 4\text{ه})} \, \text{ع} \, \text{ع}_2$$

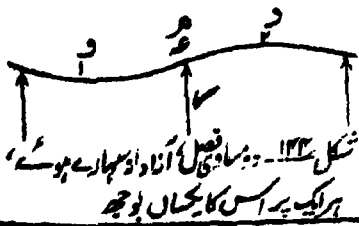
$$= \frac{-\frac{\text{و} \, \text{ل}^2}{12}\left\{1 + \frac{2\text{ه}}{\text{ک}_2 \text{ن}_2 + 4\text{ه}}\right\}}{(\text{ک}_1 \text{ن}_1 + 4\text{ه}) - \frac{4\text{ه}^2}{\text{ک}_2 \text{ن}_2 + 4\text{ه}}}$$

اگر $\text{ک}_1 \text{ن}_1 = \text{ک}_2 \text{ن}_2$ جیساکہ عام طور پر ہوتا ہے تو

$$\text{ع} \, \text{ع}_1 = -\frac{\text{و} \, \text{ل}^2}{12} \cdot \frac{1}{\text{ک} \, \text{ن} + 2\text{ه}}$$

شق ۶

دو مساوی فصل، شہتیر سہاروں پر آزاد، فصلوں پر یکساں بوجھ و_1، و_2 (شکل ۱۴۴) معلوم کرنا ہے (۱) وسطی سہارے پر معیار (۲) وسطی سہارے پر شہتیر کا ڈھال

شکل ۱۴۴ ـ دو مساوی فصل آزادانہ سہارے ہوئے، ہر ایک پر اس کا یکساں بوجھ

(۳) ردعملوں کی مقدار

شق ۱ کے ذریعے وسطی سہارے کے هر کے لیے دو جملے دونوں فصلوں سے حاصل ہو سکتے ہیں۔ ان دونوں کو مساوی رکھنے سے

$$\text{هر} = -\frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}^{۲}}{۸} + ۳\,\text{ع ک عہ} = -\frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}^{۲}}{۸} - ۳\,\text{ع ک عہ}$$

یعنی $$۶\,\text{ع ک عہ} = (\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})\frac{\text{ل}^{۲}}{۸}$$

جس سے $$\text{هر} = -\frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}^{۲}}{۸} + \frac{\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲}}{۲}\cdot\frac{\text{ل}^{۲}}{۸} = -\frac{(\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})\,\text{ل}^{۲}}{۱۶}$$

اور $$\text{عہ} = \frac{(\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})\,\text{ل}^{۲}}{۴۸\,\text{ع ک}} = \frac{(\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})\,\text{ل}^{۳}}{۴۸\,\text{جہ ع}}$$

وسطی سہارے پر مجموعی ردّعمل

$$\text{ر} = \frac{۵}{۸}\,\text{و}_{۱}\,\text{ل} - \frac{۳\,\text{ع ک عہ}}{\text{ل}} + \frac{۵}{۸}\,\text{و}_{۲}\,\text{ل} + \frac{۳\,\text{ع ک عہ}}{\text{ل}}$$

$$= \frac{۵}{۸}\,\text{ل}\,(\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})$$

ان نتائج کو اکٹھا کریں تو

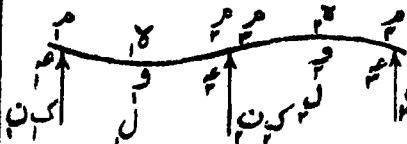
$$(۱)\quad \text{هر} = -\frac{(\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})\,\text{ل}^{۲}}{۱۶}$$

$$(۲)\quad \text{عہ} = \frac{(\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})\,\text{ل}^{۳}}{۴۸\,\text{ع جہ}}$$

$$(۳)\quad \text{ر} = \frac{۵\,(\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})\,\text{ل}}{۸}$$

شق ۷

دو فصل ستونوں کے ساتھ یک لخت، یکساں بوجھ $\text{و}_{۱}$، $\text{و}_{۲}$۔

معلوم کرنا شہتیر کا (۱) بیرونی سہاروں پر ڈھال (۲) وسطی سہارے پر ڈھال۔

شق ۱ کی رو سے ذیل کی ک ن سات مساواتیں فوراً لکھی جاسکتی ہیں:-

شکل ۱۴۵۔ دو فصل ستونوں کے ساتھ یک لختہ، ہر ایک پر اس کا یکساں بوجھ۔

$$\text{م}_1 = \text{ک}_1\,\text{ن}_1\,\text{ع}\,\text{ه}_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$= -\frac{\text{و}_1\,\text{ل}_1^2}{12} - 4\,\text{ع}\,\text{ه}_1 - 2\,\text{ع}\,\text{ه}_2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و}_1\,\text{ل}_1^2}{12} + 2\,\text{ع}\,\text{ه}_1 + 4\,\text{ع}\,\text{ه}_2 \quad \ldots\ldots (3)$$

$$= \text{م}_2 - \text{ک}_2\,\text{ن}_2\,\text{ع}\,\text{ه}_2 \quad \ldots\ldots (4)$$

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و}_2\,\text{ل}_2^2}{12} - 4\,\text{ع}\,\text{ه}_2 - 2\,\text{ع}\,\text{ه}_3 \quad \ldots\ldots (5)$$

$$\text{م}_3 = -\frac{\text{و}_2\,\text{ل}_2^2}{12} + 2\,\text{ع}\,\text{ه}_2 + 4\,\text{ع}\,\text{ه}_3 \quad \ldots\ldots (6)$$

$$= -\text{ک}_3\,\text{ن}_3\,\text{ع}\,\text{ه}_3 \quad \ldots\ldots (7)$$

(۱) اور (۲) سے

$$2\,\text{ع}\,\text{ه}_2 = -\frac{\text{و}_1\,\text{ل}_1^2}{12} - \text{ع}\,\text{ه}_1\left(\text{ک}_1\,\text{ن}_1 + 4\,\text{ه}_1\right) \quad \ldots\ldots (8)$$

(۵) کو (۴) میں مندرج کر کے (۳) کے مساوی رکھنے سے

$$4\,\text{ع}\,\text{ه}_2 = \frac{\text{و}_1\,\text{ل}_1^2}{12} - \frac{\text{و}_2\,\text{ل}_2^2}{12} - \text{ع}\,\text{ه}_2\left(\text{ک}_2\,\text{ن}_2 + 4\,\text{ه}_1 + 4\,\text{ه}_2\right) - 2\,\text{ع}\,\text{ه}_3 \quad \ldots\ldots (9)$$

(۶) اور (۷) سے

$$= \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲} - \text{ع}\,\text{ع}_{۲}\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right) - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۲}\,\text{ع}_{۳} \;\ldots\ldots(۱۰)$$

(۱۰) سے

$$\text{ع}\,\text{ع}_{۲} = \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲}\cdot\frac{۱}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)} - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۲}\,\text{ع}_{۳}\,\frac{۱}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}$$

ع ع۲ کی اس قیمت کو (۹) میں مندرج کرنے سے

$$\text{ع}\,\text{ع}_{۱}\left\{\left(\text{ک}_{۱}\,\text{ن}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right) - \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}\right\}$$

$$= \frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}_{۱}^{۲}}{۱۲} - \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲}\left\{۱ + \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}}{\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}}\right\} - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۱}\,\text{ع}_{۱}$$

ع ع۱ کی اس قیمت کو (۸) میں مندرج کرنے سے

$$\text{ع}\,\text{ع}_{۱}\left[\left(\text{ک}_{۱}\,\text{ن}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۱}\right) - \frac{۲\,\text{ہ}_{۱}^{۲}}{\left\{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right) - \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}\right\}}\right]$$

$$= -\frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}_{۱}^{۲}}{۱۲}\left[۱ + \frac{۲\,\text{ہ}_{۱}}{\left\{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right) - \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}\right\}}\right]$$

$$+ \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲}\left\{۱ + \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}\right\}\left[\frac{۲\,\text{ہ}_{۱}}{\left\{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right) - \frac{۲\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\left(\text{ک}_{۲}\,\text{ن}_{۲} + ۲\,\text{ہ}_{۲}\right)}\right\}}\right]$$

آسانی کے لیے عام صورت میں رکھو

$$\text{س}_{۱} = \text{ک}_{۱}\,\text{ن}_{۱} + ۲\,\text{ہ}_{۱}$$

$$س_۲ = (ک_۲ ن_۲ + ۴ ہ_۱ + ۴ ہ_۲)،$$

$$س_۳ = (ک_۳ ن_۳ + ۴ ہ_۲ + ۴ ہ_۳)،$$

وغیرہ

تب اوپر کی مساوات ہوئی:—

$$ع ع_۱ \left(س_۱ - \frac{۴ ہ_۱^۲}{س_۲ - \frac{۴ ہ_۲^۲}{س_۳}} \right)$$

$$= - \frac{و_۱ ل_۱^۲}{۱۲} \left(۱ + \frac{۲ ہ_۱}{س_۲ + \frac{۴ ہ_۲^۲}{س_۳}} \right)$$

$$+ \frac{و_۲ ل_۲^۲}{۱۲} \left(۱ + \frac{۲ ہ_۲}{س_۳} \right) \left(\frac{۲ ہ_۱}{س_۲ - \frac{۴ ہ_۲^۲}{س_۳}} \right)$$

اور $ع ع_۲$ کو مساوات (۸) سے محسوب کر سکتے ہیں۔

اگر دونوں بیرونی ستون مشابہ ہوں اور دونوں فصل اور ان کے معیارِ جمود مساوی ہوں تو

$$ک_۳ ن_۳ = ک_۱ ن_۱$$

اور $ہ_۲ = ہ_۱$

$$تب\ ع ع_۱ = - \frac{و_۱ ل_۱^۲}{۱۲} \left[\frac{(ک_۱ ن_۱ + ۴ ہ)(ک_۲ ن_۲ + ۱۰ ہ) - ۴ ہ^۲}{(ک_۱ ن_۱ + ۴ ہ)\{(ک_۱ ن_۱ + ۴ ہ)(ک_۲ ن_۲ + ۸ ہ) - ۸ ہ^۲\}} \right]$$

$$+ \frac{و_۲ ل_۲^۲}{۱۲} \left[\frac{۲ ہ (ک_۱ ن_۱ + ۶ ہ)}{(ک_۱ ن_۱ + ۴ ہ)\{(ک_۱ ن_۱ + ۴ ہ)(ک_۲ ن_۲ + ۸ ہ) - ۸ ہ^۲\}} \right]$$

$$\text{اور}\quad \text{ع}\,\text{م}_2 = +\frac{\text{و}_1\text{ل}^2}{12}\left\{\frac{\text{ک}_1\text{ن}_1 + 6\,\text{٥}}{(\text{ک}_1\text{ن}_1 + 4\,\text{٥})(\text{ک}_2\text{ن}_2 + 8\,\text{٥}) - 8\,\text{٥}^2}\right\}$$

$$-\frac{\text{و}_2\text{ل}^2}{12}\left\{\frac{\text{ک}_1\text{ن}_1 + 6\,\text{٥}}{(\text{ک}_1\text{ن}_1 + 4\,\text{٥})(\text{ک}_2\text{ن}_2 + 8\,\text{٥}) - 8\,\text{٥}^2}\right\}$$

اگر وسطی ستون کا معیارِ جمود بیرونی ستونوں کا دوگنا ہو تو

$$\text{ک}_2\text{ن}_2 = 2\,\text{ک}_1\text{ن}_1$$

$$\text{اور تب}\qquad (1)\quad \text{ع}\,\text{م}_2 = -\frac{\text{ل}^2}{12}\left\{\frac{\text{و}_1(\text{ک}_1\text{ن}_1 + 3\,\text{٥}) - \text{و}_2\,\text{٥}}{(\text{ک}_1\text{ن}_1 + 4\,\text{٥})(\text{ک}_1\text{ن}_1 + 2\,\text{٥})}\right\}$$

اگر بیرونی ستونوں کی بجائے دیواریں ہوں تو $\text{ک}_1\text{ن}_1$ صفر ہو جائیگا اور وسطی سہارے پر شہتیر کا ڈھال

$$(2)\quad \text{ع}\,\text{م}_2 = \frac{(\text{و}_1 - \text{و}_2)\,\text{ل}^2}{8(\text{ک}_2\text{ن}_2 + 6\,\text{٥})}$$

اس اخیر صورت میں دیکھو وسطی ستون کا ردِ عمل ستون کی استواری پر منحصر نہیں۔ بائیں سے دائیں کو نشان لگاتے آئیں تو

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و}_1\text{ل}^2}{8} + 3\,\text{ع}\,\text{ن}\,\text{م}_2 \qquad (\text{شق } 1)$$

$$\text{اور}\qquad \text{م}_2 = \text{ر}_1\text{ل} - \frac{\text{و}_1\text{ل}^2}{2}$$

$$\therefore\ \text{ر}_1 = \frac{3}{8}\,\text{و}_1\text{ل} + \frac{3\,\text{ع}\,\text{ن}\,\text{م}_2}{\text{ل}}$$

$$\text{ر}_2 = \frac{3}{8}\,\text{و}_2\text{ل} - \frac{3\,\text{ع}\,\text{ن}\,\text{م}_2}{\text{ل}}$$

$$\therefore\ \text{م}_{۲} = \text{و}_{۱}\text{ل} + \text{و}_{۲}\text{ل} - \text{م}_{۱} - \text{م}_{۳}$$
$$= \frac{۵}{۸}\,\text{ل}\,(\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})$$

شق ۸

تین فصل، پہلے دوسرے اور تیسرے پر لداؤ علی الترتیب $\text{و}_{۱}$، $\text{و}_{۲}$، $\text{و}_{۳}$ شہتیر اور ستون وسطی شہتیر کے وسط کے گرد متشاکل۔

معلوم کرنا (۱) $\text{ع}_{۲}$ جب کہ $\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱}$ صفر ہو یعنی جب کہ بیرونی ستونوں کی بجائے دیواریں ہوں (و) جب کہ $\text{ھ}_{۱} = \text{ھ}_{۲}$ (ب) جب کہ $\text{ھ}_{۱} = ۱٫۲۵\,\text{ھ}_{۲}$

(۲) $\text{ع}_{۲}$ جب کہ $\text{ھ}_{۱} = \text{ھ}_{۲}$ اور $\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} = \text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱}$

(۳) $\text{ع}_{۲}$ جب کہ $\text{ھ}_{۱} = \text{ھ}_{۲}$ اور $\text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} = ۲\,\text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱}$

شق ۹ میں جو عام مساوات دی گئی ہے اُس سے $\text{ع}_{۲}$ کے لیے جملہ حاصل کر سکتے ہیں۔ لیکن اس جملے کو لکھنے سے پہلے قوس کے اندر جو رقوم ہیں ان کی علیحدہ علیحدہ قیمتیں معلوم کر لینے میں آسانی ہوگی۔ چونکہ شہتیر متشاکل ہے

شکل ۱۴۶
تین فصل، ہر ایک پر اس کا یکساں بوجھ

$$\therefore\ \text{س}_{۱} = \text{س}_{۴} = \text{ک}_{۱}\text{ن}_{۱} + ۴\,\text{ھ}_{۱}$$
$$\text{س}_{۲} = \text{س}_{۳} = \text{ک}_{۲}\text{ن}_{۲} + ۴\,\text{ھ}_{۱} + ۴\,\text{ھ}_{۲}$$

اور $\text{ھ}_{۱} = \text{ھ}_{۲}$

اس طرح $$\left(\text{س}_{۲} - \frac{۴\,\text{ھ}_{۲}^{۲}}{\text{س}_{۱}}\right) = \frac{\text{س}_{۱}\text{س}_{۲} - ۴\,\text{ھ}_{۱}^{۲}}{\text{س}_{۱}}$$

$$\left(س_۲ - \frac{۴ہ^۲}{س_۱ - \frac{۴ہ^۲}{س_۲}}\right) = \frac{س_۲(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۲ہ^۲}{س_۱س_۲ - ۴ہ^۲}$$

$$\left(س_۱ - \frac{۴ہ^۲}{س_۲ - \frac{۴ہ^۲}{س_۱ - \frac{۴ہ^۲}{س_۲}}}\right) = \frac{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲)(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۱س_۲ہ^۲}{س_۲(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۱ہ^۲}$$

$$- \frac{و ل^۲}{۱۲} \text{ کا سر} = \frac{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲)(س_۲ + ۲ہ) - ۴س_۲ہ^۲}{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲)(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۱س_۲ہ^۲}$$

$$+ \frac{و ل^۲}{۱۲} \text{ کا سر} = \frac{۲ہ\{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) + ۲س_۲ہ\}}{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲)(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۱س_۲ہ^۲}$$

$$- \frac{و ل^۲}{۱۲} \text{ کا سر} = \frac{۴ہ^۲(س_۱ + ۲ہ)}{(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲)(س_۱س_۲ - ۴ہ^۲) - ۴س_۱س_۲ہ^۲}$$

دیکھو ان تینوں سروں کا نسب نما ایک ہی ہے۔

(ا) $ع_{م۲}$ معلوم کرنا جب کہ $ک_۱ن_۱ = ۰$

(ل) جب کہ $ہ_۱ = ہ_۲$

اس صورت میں $س_۲ = ۴ہ$

$س_۱ = ک ن + ۸ہ$

$س_۱$ اور $س_۲$ کی ان قیمتوں کو $ع_{م۲}$ کے پورے جملے میں مندرج کرنے سے

$$ع_{م۲} = - \frac{و ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{۴ہ} \times \frac{(ک ن + ۱۱ہ)(ک ن + ۶ہ)}{(ک ن + ۵ہ)(ک ن + ۹ہ)}$$

$$+\frac{\text{و}_{۲}\text{ل}^{۲}}{۱۲}\times\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{\text{ک ن}+۵\text{ہ}}$$

$$-\frac{\text{و}_{۲}\text{ل}^{۲}}{۱۲}\times\frac{۳\text{ہ}}{۲}\times\frac{۱}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})(\text{ک ن}+۹\text{ہ})}$$

شق ۹ سے $\text{ع ع}_{۲}=-\frac{۱}{۲\text{ہ}}\left(\frac{\text{و}_{۱}\text{ل}^{۲}}{۱۲}+\text{س}_{۲}\,\text{ع ع}_{۱}\right)$

$\text{س}_{۲}$ کی قیمت مندرج کرنے سے

$$\text{ع ع}_{۲}=-\frac{۱}{۲\text{ہ}}\left(\frac{\text{و}_{۱}\text{ل}^{۲}}{۱۲}+۴\text{ہ ع ع}_{۱}\right)$$

$$=-\frac{\text{و}_{۱}\text{ل}^{۲}}{۲۴\text{ہ}}-۲\,\text{ع ع}_{۱}$$

اس میں $\text{ع ع}_{۱}$ کی اوپر کی قیمت مندرج کرنے سے

$$\text{ع ع}_{۲}=\frac{\text{و}_{۱}\text{ل}^{۲}}{۱۲}\times\frac{۲}{۲}\times\frac{\text{ک ن}+۷\text{ہ}}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})(\text{ک ن}+۹\text{ہ})}$$

$$-\frac{\text{و}_{۲}\text{ل}^{۲}}{۱۲}\times\frac{۱}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})}$$

$$+\frac{\text{و}_{۲}\text{ل}^{۲}}{۱۲}\,\frac{۳\text{ہ}}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})(\text{ک ن}+۹\text{ہ})}$$

اگر $\text{و}_{۱}=\text{و}_{۲}=\text{و}$

تو $\text{ع ع}_{۲}=+\frac{\text{و ل}^{۲}}{۱۲}\times\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})}$

اگر $\text{و}_{۱}=\text{و}_{۲}$

تو $\text{ع ع}_{۲}=\frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲}\,\frac{(۱٫۵\,\text{و}_{۱}-\text{و}_{۲})}{(\text{ک ن}+۵\text{ہ})}$

اگر $و_۱ = و_۲$

$$تو\ ع_۲ = \frac{ل^۲}{۱۲}\left\{\frac{۰٫۵(ک\,ن + ۳ھ)\,و_۱ + ۳ھ\,و_۲}{(ک\,ن + ۵ھ)(ک\,ن + ۹ھ)}\right\}$$

اگر $و_۲ = و_۲$

$$تو\ ع_۲ = \frac{ل^۲}{۱۲}\left\{\frac{۳(ک\,ن + ۷ھ)\,و_۱ - ۲(ک\,ن + ۶ھ)\,و_۲}{۲(ک\,ن + ۵ھ)(ک\,ن + ۹ھ)}\right\}$$

(ب) جبکہ $ھ_۲ = ۱٫۲۵\,ھ_۱$

$س_۱ = ۵\,ھ_۱$

$س_۲ = ک\,ن + ۹\,ھ_۱$

$ع_۱$ کے جملے میں جو پہلے دیا گیا ہے یہ قیمتیں مندرج کرنے سے

$$ع_۱ = -\frac{و_۱\,ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{۵ھ} \cdot \frac{(ک^۲ن^۲ + ۱۹٫۲۵\,ک\,ن\,ھ + ۸۵٫۱۲۵\,ھ^۲)}{(ک\,ن + ۹٫۷۵ھ)(ک\,ن + ۵٫۷۵ھ)}$$

$$+ \frac{و_۲\,ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{۲} \cdot \frac{۱}{(ک\,ن + ۵٫۷۵ھ)}$$

$$- \frac{۳ھ}{۲}\,\frac{و_۲\,ل^۲}{۱۲} \cdot \frac{۱}{(ک\,ن + ۹٫۷۵ھ)(ک\,ن + ۵٫۷۵ھ)}$$

اور حسب سابق

$$ع_۲ = \frac{و_۱\,ل^۲}{۱۲} \times \frac{۳}{۲} \times \frac{(ک\,ن + ۷٫۷۵ھ)}{(ک\,ن + ۵٫۷۵ھ)(ک\,ن + ۹٫۷۵ھ)}$$

$$- \frac{و_۲ ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{(ک ن + ۰٫۷۵ ی)}$$

$$+ \frac{و_۳ ل^۲}{۱۲} \times \frac{۳ ی}{(ک ن + ۰٫۷۵ ی)(ک ن + ۰٫۷۵ ی)}$$

اگر $و_۱ = و_۲ = و_۳$

تو $ع م_۲ = \frac{و ل^۲}{۱۲} \times \frac{۱}{۲} \frac{۱}{(ک ن + ۰٫۷۵ ی)}$

اگر $و_۲ = و_۳$

تو $ع م_۲ = \frac{ل^۲}{۱۲} \frac{۱٫۵ و_۱ - و_۲}{ک ن + ۰٫۷۵ ی}$

اگر $و_۱ = و_۲$

تو $ع م_۲ = \frac{ل^۲}{۱۲} \left\{ \frac{۱٫۵ (ک ن + ۰٫۷۳ ی) و_۱ + ۳ ی و_۲}{(ک ن + ۰٫۷۹ ی)(ک ن + ۰٫۷۵ ی)} \right\}$

اگر $و_۲ = و_۳$

تو $ع م_۲ = \frac{ل^۲}{۱۲} \left\{ \frac{۳ (ک ن + ۰٫۷۷ ی) و_۱ - ۲ (ک ن + ۰٫۷۹ ی) و_۲}{۲ (ک ن + ۰٫۷۹ ی)(ک ن + ۰٫۷۵ ی)} \right\}$

(۲) ع م کی قیمت معلوم کرنا جب کہ $ی_۱ = ی_۲$ اور

$ک_۲ ن_۲ = ک_۱ ن_۱$

اس صورت میں $س_۱ = ک_۱ ن_۱ + ۲ ی$

$$س_۲ = ک_۱ن_۱ + ۸ھ$$

صرف اس صورت پر غور کرنا کافی ہے کہ دونوں بیرونی خانے متحرک بوجھ سے لدے ہوں اس طرح $و_۱ = و_۲$

$ع_۱$ کے جملے کو $ھ_۱ = ھ_۲$ کے لیے مختصر کرنے سے

$$ع_۱ = -\frac{ل^۲}{۱۲}\left[\frac{و_۱\{(س_۱س_۲-۴ھ^۲)(س_۲+۲ھ)-۴س_۱ھ^۲+۴ھ^۲س_۱+۸ھ^۳\} - و_۲\{۲ھ(س_۱س_۲+۲ھس_۱-۴ھ^۲)\}}{(س_۱س_۲-۴ھ^۲+۲س_۱ھ)(س_۱س_۲-۴ھ^۲-۲س_۱ھ)}\right]$$

$$= -\frac{ل^۲}{۱۲}\left\{\frac{(و_۱س_۲-۲ھو_۲)(س_۱س_۲+۲ھس_۱-۴ھ^۲)}{(س_۱س_۲-۴ھ^۲+۲س_۱ھ)(س_۱س_۲-۴ھ^۲-۲س_۱ھ)}\right\}$$

$$= -\frac{ل^۲}{۱۲}\left\{\frac{و_۱(ک ن+۸ھ)-۲و_۲ھ}{ک^۲ن^۲+۱۰ک ن ھ+۲۰ھ^۲}\right\}$$

(۳) $ع_۲$ کی قیمت معلوم کرنا جب کہ $ھ_۱ = ھ_۲$ اور $ک_۲ن_۲ = ۲ک_۱ن_۱$

اس صورت میں $س_۱ = ک_۱ن_۱ + ۴ھ$

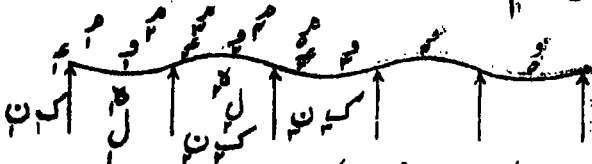
$$س_۲ = ۲ک_۱ن_۱ + ۸ھ = ۲س_۱$$

یہ قیمتیں اوپر مندرج کرنے سے

$$ع_۲ = -\frac{ل^۲}{۱۲}\left\{\frac{و_۱(ک_۱ن_۱+۴ھ)-ھو_۲}{(ک ن+۲ھ)(ک ن+۵ھ)}\right\}$$

مشق ۹

متعدد فصل یکساں الدست ہوتے ہوئے، بوجھ و۱، و۲، و۳، وغیرہ، ایک سرے پر ڈھال معلوم کرنا۔

شکل ۱۴۷ متعدد فصل، ہر ایک پر اس کا یکساں بوجھ

جملوں کی رقمیں اس قدر بوجھل ہو جاتی ہیں کہ بہتر یہ سمجھا گیا کہ پہلے ایک پانچ فصلوں کے شہتیر کے لیے ع ع معلوم کیا جائے اور اس کے جملے کو ایک سلسلے کی شکل میں لکھ کر لا انتہا فصلوں کے شہتیر کے لیے جملہ استخراج کیا جائے۔

مشق ۱ کی رو سے ۱۶ مساواتیں لکھی جا سکتی ہیں جن سے اس صورت کے ۱۶ مجہول معلوم ہو سکتے ہیں۔

$$\text{م}_1 = \text{ع}\,\text{ع}_1\,\text{ک}_1\,\text{ن}_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\text{م}_1 = -\frac{\text{و}_1\text{ل}_1^2}{12} - 4\,\text{ع}\,\text{ہ}_1\,\text{ع}_1 - 2\,\text{ع}\,\text{ہ}_1\,\text{ع}_2 \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و}_1\text{ل}_1^2}{12} + 2\,\text{ع}\,\text{ہ}_1\,\text{ع}_1 + 4\,\text{ع}\,\text{ہ}_1\,\text{ع}_2 \quad \ldots\ldots (3)$$

$$\text{م}_2 = \text{م}_2 - \text{ع}\,\text{ع}_2\,\text{ک}_2\,\text{ن}_2 \quad \ldots\ldots (4)$$

$$\text{م}_2 = -\frac{\text{و}_2\text{ل}_2^2}{12} - 4\,\text{ع}\,\text{ہ}_2\,\text{ع}_2 - 2\,\text{ع}\,\text{ہ}_2\,\text{ع}_3 \quad \ldots\ldots (5)$$

وغیرہ وغیرہ

(۹)، (۱۰)، (۱۱) سے $۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۱}\,\text{م}_{۱} = \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲} - \frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}_{۱}^{۲}}{۱۲} - \text{ع}\,\text{م}_{۲}\,\text{س}_{۱} - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۲}\,\text{م}_{۳}$ ......(۲۰)

(۱۲)، (۱۳)، (۱۴) سے $۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۲}\,\text{م}_{۲} = \frac{\text{و}_{۳}\,\text{ل}_{۳}^{۲}}{۱۲} - \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}_{۲}^{۲}}{۱۲} - \text{ع}\,\text{م}_{۳}\,\text{س}_{۲} - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۳}\,\text{م}_{۴}$ ......(۲۱)

(۱۵)، (۱۶)، سے $۰ = -\text{ع}\,\text{م}_{۶}\,\text{س}_{۹} - ۲\,\text{ع}\,\text{ہ}_{۹}\,\text{م}_{۹}$ ....(۲۲)

(۲۲) کو $-\frac{\text{ہ}_{۹}^{۲}}{\text{س}_{۹}}$ سے ضرب دے کر (۲۱) میں جمع کریں تو

$$\text{ع}\,\text{م}_{۹}\left(\text{س}_{۹} - \frac{۴\,\text{ہ}_{۹}^{۲}}{\text{س}_{۹}}\right) = \frac{\text{و}_{۹}\,\text{ل}_{۹}^{۲}}{۱۲} - \frac{\text{و}_{۹}\,\text{ل}_{۹}^{۲}}{۱۲}\left(۱ + \frac{۲\,\text{ہ}_{۹}^{۲}}{\text{س}_{۹}}\right) - ۲\,\text{ہ}_{۹}\,\text{ع}\,\text{م}_{۹}$$

ع م₉ کی اس قیمت کو (۲۰) میں مندرج کرنے سے، ع م₉ کے لیے جملہ حاصل ہوتا ہے اور اسی طرح کا عمل کرتے جانے سے آخر کار

$$\text{ع}\,\text{م}_{۱} = -\frac{\text{و}_{۱}\,\text{ل}_{۱}^{۲}}{۱۲}\;\frac{\left[۱ + \cfrac{۲\,\text{ہ}_{۱}}{\text{س}_{۲} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\text{س}_{۳} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۳}^{۲}}{\text{س}_{۴} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۴}^{۲}}{\text{س}_{۵} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۵}^{۲}}{\text{س}_{۶}}}}}}\right]}{\left[\text{س}_{۱} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۱}^{۲}}{\text{س}_{۲} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۲}^{۲}}{\text{س}_{۳} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۳}^{۲}}{\text{س}_{۴} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۴}^{۲}}{\text{س}_{۵} - \cfrac{۴\,\text{ہ}_{۵}^{۲}}{\text{س}_{۶}}}}}}\right]}$$

$= [\text{سہ}_{۱}]$

$$+\frac{و\,ل^2}{۱۲}\times ۸\,ک_۱ک_۲ک_۳ک_۴ \frac{\left[۱+\dfrac{ک_۵^۲}{س_۵-\dfrac{ک_۵^۴}{س_۶}}\right]}{[س_۱][س_۲][س_۳][س_۴]}$$

$$-\frac{و\,ل^2}{۱۲}\times ۱۶\,ک_۱ک_۲ک_۳ک_۴ک_۵ \frac{۱+\dfrac{ک_۵^۲}{س_۶}}{[س_۱][س_۲][س_۳][س_۴][س_۵]}$$

شق ۱۰

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، ستونوں کے ساتھ یک لختہ، یکساں متحرک بوجھ متبادل خانوں پر (شکل ۱۴۵)۔

معلوم کرنا (۱) شہتیر کے ڈھال ستونوں پر
(۲) معیار فصل کے وسط میں
(۳) ستونوں پر ردِّ عمل

شکل ۱۴۵ مسلسل شہتیر جس کے متبادل خانوں پر یکساں بوجھ

شہتیر کے اُس حصے پر غور کرو جو ا سے ب تک ہے۔ شق ا کی رُو سے بائیں سہارے ا پر معیار

$$ھ_۲ = -\frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} - ۲ ع ھ ع_۱$$

کیونکہ $ع_۲ = - ع_۱$

(۱) مرکز پر معیار

$$ھ_ز = \frac{و_۱ ل^۲}{۸} + ھ_۲ = \frac{و_۱ ل^۲}{۲۴} - ۲ ع ھ ع_۱$$

اور $$ھ_۲ = -\frac{و_۲ ل^۲}{۱۲} + ۲ ع ھ ع_۱$$

ستون ا کی چوٹی پر غور کرو تو

$$ھ_۲ = ھ_۲ - ع ع_۱ ک ن$$

یعنی $$-\frac{و_۲ ل^۲}{۱۲} + ۲ ع ھ ع_۱ = -\frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} - ۲ ع ھ ع_۱ - ع ع_۱ ک ن$$

یا $$ع ع_۱ (ک ن + ۴ ھ) = -\frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} + \frac{و_۲ ل^۲}{۱۲}$$

یا $$ع ع_۱ = -\frac{ل^۲}{۱۲} \cdot \frac{(و_۱ - و_۲)}{(ک ن + ۴ ھ)}$$

اس سے شہتیر کا ڈھال ستون پر معلوم ہوتا ہے۔

(۲) وسط میں معیار

$$ھ_ز = \frac{و_۱ ل^۲}{۲۴} + \frac{۲ ھ ل^۲}{۱۲} \times \frac{(و_۱ - و_۲)}{(ک ن + ۴ ھ)}$$

اگر ک ن = ۰

تو $$ھ_ز = \frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} - \frac{و_۲ ل^۲}{۲۴} = \frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} \left(۱ - \frac{و_۲}{۲ و_۱}\right)$$

(۳) ستونوں پر ردّ عمل

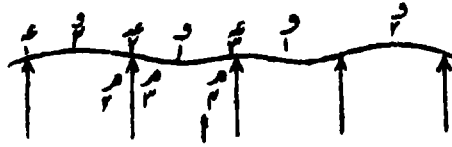
$$مجموعی\ س = \frac{و_۱ + و_۲}{۲} ل$$

شق ۱۱

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، ستونوں کے ساتھ یک لختہ، یکساں لداؤ

شکل ۱۴۹ء کی طرح

معلوم کرنا (۱) سہارے ۱ پر اعظم معیار

(۲) سہارے ۱ پر ردِّ عمل

شکل ۱۴۹ء مسلسل شہتیر اس طرح لدا ہوا کہ ایک سہارے پر خاؤ کا معیار اعظم ہو

اِس قسم کے لداؤ میں زیادہ سے زیادہ معیار حاصل ہوتا ہے جو شہتیر کے کسی سہارے پر ممکن ہے اور نیز ستون پر ردِّ عمل بھی زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے۔ اس کی بحث میں آسانی اس سے ہوتی ہے کہ $م_۲ = ۰$ اور $م_۱ = م_۲$ شق ۱ کی رو سے ہم فوراً ذیل کی مساواتیں لکھ سکتے ہیں:۔

$$م_۲ = -\frac{و_۲ ل^۲}{۱۲} + ۲ ع ۵ م_۲ \quad \ldots\ldots (۱)$$

$$م_۳ = -\frac{و_۱ ل^۲}{۱۲} - ۳ ع ۵ م_۳ \quad \ldots\ldots (۲)$$

$$م_۲ = -\frac{و_۲ ل^۲}{۱۲} + ۲ ع ۵ م_۲ \quad \ldots\ldots (۳)$$

$$م_۲ = م_۳ - ک ن ع م_۳ \quad \ldots\ldots (۴)$$

(۱) اور (۲) کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$$-\frac{\text{و}_{\text{۲}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}+\text{۲ ع ۸ ع}_{\text{۲}}=-\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}-\text{۴ ع ۸ ع}_{\text{۲}}-\text{ک ن ع ع}_{\text{۲}}$$

$$+\ \text{۲ ع ۸ ع}_{\text{۲}}=-\frac{\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}\,\frac{\text{۸۲}\,(\text{و}_{\text{۱}}-\text{و}_{\text{۲}})}{\text{ک ن + ۸۶}}$$

اس قیمت کو (۳) میں مندرج کرنے سے ا پر کا معیار ھ۲ حاصل ہوتا ہے۔

$$(\text{۱})\quad \text{ھ}_{\text{۲}}=-\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}-\frac{\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}\,\frac{\text{۸۲}\,(\text{و}_{\text{۱}}-\text{و}_{\text{۲}})}{\text{ک ن + ۸۶}}$$

$$=-\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}\times\frac{\text{ک ن + ۸۸}}{\text{ک ن + ۸۶}}+\frac{\text{و}_{\text{۲}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۱۲}}\cdot\frac{\text{۸۲}}{\text{ک ن + ۸۶}}$$

اگر ک ن = ۰

$$\text{تو}\quad \text{ھ}_{\text{۲}}=-\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۹}}+\frac{\text{و}_{\text{۲}}\,\text{ل}^{\text{۲}}}{\text{۳۶}}$$

(۲) ا پر ردِ عمل س ہو تو تشاکل کی وجہ سے بائیں طرف کے بوجھوں کی وجہ سے ردِ عمل $\frac{\text{س}}{\text{۲}}$ ہوگا

$$\text{جہاں}\quad \frac{\text{س}}{\text{۲}}=\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}}{\text{۲}}-\frac{(\text{ھ}_{\text{۲}}-\text{ھ}_{\text{۳}})}{\text{ل}}$$

$$=\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}}{\text{۲}}-\frac{\text{۶ ع ۸ ع}_{\text{۲}}}{\text{ل}}$$

$$=\frac{\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}}{\text{۲}}+\frac{\text{ل}}{\text{۱۲}}\,\frac{\text{۸۶}\,(\text{و}_{\text{۱}}-\text{و}_{\text{۲}})}{\text{ک ن + ۸۶}}$$

$$\therefore\ \text{س}=\text{و}_{\text{۱}}\,\text{ل}+(\text{و}_{\text{۱}}-\text{و}_{\text{۲}})\,\text{ل}\,\frac{\text{۸}}{\text{ک ن + ۸۶}}$$

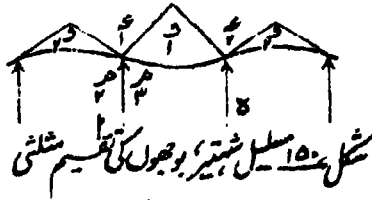
اگر $ک ن = ۰$

تو $ر = \frac{۴}{۹} و_۱ ل - \frac{۱}{۹} و_۲ ل$

شق ۱۲

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، متحرک بوجھ متبادل خانوں پر، متحرک اور ساکن دونوں بوجھوں کی تقسیم مثلثی، شہتیر ستونوں کے ساتھ یک لخت شکل (ع۔۱۵۰)

معلوم کرنا (۱) فصل کے وسط میں معیار
(۲) ستون پر شہتیر کا ڈھال
(۳) ردِّ عمل ر

شکل ع۔۱۵۰ مسلسل شہتیر، بوجھوں کی تقسیم مثلثی

شہتیر کے ا سے ب تک کے فصل پر غور کرو۔

شق ۲ کی مدد سے اور اس صورت کے لیے $ع_۲ = -ع_۱$ رکھتے ہوئے شہتیر میں بائیں سہارے پر معیار یہ ہوگا:۔

$$م_۲ = -\frac{۵}{۴۸} و_۱ ل - ۲ ع ک ع_۱$$

اور

$$م_۲ = -\frac{۵}{۴۸} و_۲ ل + ۲ ع ک ع_۱$$

ستون ا کی چوٹی پر معیاروں کی مساوات سے

$$م_۲ = م_۲ - ک ن ع ع_۱$$

یعنی

$$-\frac{۵}{۴۸} و_۲ ل + ۲ ع ک ع_۱ = -\frac{۵}{۴۸} و_۱ ل - ۲ ع ک ع_۱ - ک ن ع ع_۱$$

تب (۱) ستون پر شہتیر کے ڈھال کے لیے

$$\text{ع م}_{۱} = -\frac{۵}{۴۸}\text{ ل}\frac{(\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})}{(\text{ک ن} + ۴\text{ہ})}$$

(۲) فصل کے مرکز پر معیار

$$\text{م}_{\text{ز}} = \frac{\text{و}_{۱}\text{ ل}}{۶} + \text{م}_{\text{م}}$$

$$= \frac{\text{و}_{۱}\text{ ل}}{۱۶} - ۲\text{ ع ہ م}_{۱}$$

$$= \frac{\text{و}_{۱}\text{ ل}}{۱۶} + \frac{۱۰\text{ ہ ل}}{۴۸}\frac{(\text{و}_{۱} - \text{و}_{۲})}{(\text{ک ن} + ۴\text{ہ})}$$

اگر ک ن = ۰

تو $\text{م}_{\text{ز}} = \frac{\text{و}_{۱}\text{ ل}}{۱۶} + \frac{۵}{۹۶}\text{ و}_{۱}\text{ ل} - \frac{۵}{۹۶}\text{ و}_{۲}\text{ ل}$

$$= \frac{۱۱}{۹۶}\text{ و}_{۱}\text{ ل} - \frac{۵}{۹۶}\text{ و}_{۲}\text{ ل}$$

(۳) مجموعی ردِ عمل

$$\text{س} = \frac{\text{و}_{۱} + \text{و}_{۲}}{۲}$$

شق ۱۳

مسلسل شہتیر، ستونوں کے ساتھ یک لخت، بوجھ کی تقسیم مثلثی اور شکل ۱۵۱ کی طرح۔

معلوم کرنا (۱) سہارے ۱ پر اعظم معیار

(۲) سہارے ۱ پر ردِ عمل

شکل ۱۵۱۔مسلسل شہتیر، بوجھ کی تقسیم مثلثی

تشاکل سے ظاہر ہے کہ

$ع_{۳} = ۰$

اور　$ع_{۱} = - ع_{۲}$

شق ۲ کی مدد سے ذیل کی مساواتیں فوراً لکھی جاسکتی ہیں۔

$م_{۲} = - \frac{۵}{۴۸} و_{۲} ل + ۲ ع ک ع_{۲}$ ․․․․․․․․ (۱)

$م_{۲} = - \frac{۵}{۴۸} و_{۱} ل - ۴ ع ک ع_{۲}$ ․․․․․․․․․ (۲)

$م_{۴} = - \frac{۵}{۴۸} و_{۱} ل + ۲ ع ک ع_{۲}$ ․․․․․․․․․ (۳)

$م_{۲} = م_{۴} - ک ن ع ع_{۲}$ ․․․․․․․․․․․ (۴)

(۱) اور (۲) کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$- \frac{۵}{۴۸} و_{۲} ل + ۲ ع ک ع_{۲} = - \frac{۵}{۴۸} و_{۱} ل - ۴ ع ک ع_{۲} - ک ن ع ع_{۲}$

$۲ ع ک ع_{۲} = - \frac{۵}{۴۸} \frac{۲ ک \times ل (و_{۱} - و_{۲})}{ک ن + ۶ ک}$

اس قیمت کو (۳) میں مندرج کرنے سے

(ا)　سہارے ۱ پر سیار

$م_{۴} = - \frac{۵}{۴۸} و_{۱} ل - \frac{۵}{۴۸} \frac{۲ ک ل (و_{۱} - و_{۲})}{ک ن + ۶ ک}$

$$= -\frac{ه}{۴۸} و_۱ ل \frac{(ک ن + ۸ ہ)}{(ک ن + ۶ ہ)} + \frac{ه}{۴۸} و_۲ ل \frac{ہ ۲}{(ک ن + ۶ ہ)}$$

اگر ک ن = ۰

$$\text{تو}\quad م_۲ = -\frac{ه}{۳۶} و_۱ ل + \frac{ه}{۱۴۴} و_۲ ل$$

(۲) ا پر مجموعی ردِ عمل س ۱ ہو تو تشاکل کی وجہ سے بائیں طرف کے بوجوں کا ردِ عمل $\frac{س}{۲}$ ہوگا۔

$$\text{جہاں}\quad \frac{س}{۲} = \frac{و}{۲} - \frac{(م_۲ - م_۱)}{ل}$$

$$= \frac{و_۱}{۲} - \frac{۲ ہ ع ۶ م_۲}{ل}$$

$$= \frac{و_۱}{۲} + \frac{ه}{۸} \frac{ہ (و_۱ - و_۲)}{ک ن + ۶ ہ}$$

$$\therefore س = و_۱ + \frac{ه}{۴} \frac{ہ (و_۱ - و_۲)}{(ک ن + ۶ ہ)}$$

اگر ک ن = ۰

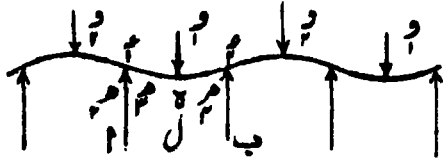
$$\text{تو}\quad س = \frac{۲۹}{۲۴} و_۱ - \frac{ه}{۲۴} و_۲$$

مشق ۱۴

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، ستونوں کے ساتھ یک لخت، متحرک بوجھ متبادل خانوں کے مرکزوں پر مرتکز۔ (شکل ۱۵۲ء)۔

معلوم کرنا (۱) فصل کے مرکز پر معیار

(۲) ستونوں پر شہتیر کا ڈھال

(۳) ستونوں پر ردِّ عمل ر

شکل ۱۵۲ مسلسل شہتیر، بوجھ مرتکز

شہتیر کے حصے ا تا ب پر غور کرو

(۱) شق ۳ کی رو سے بائیں سہارے پر معیار

م۲ = − و۱ ل / ۸ − ۲ ع ۵ ع۱

اور م۱ = − و۲ ل / ۸ + ۲ ع ۵ ع۱

ستون ا کی چوٹی پر معیاروں کی مساوات سے

م۱ = م۲ − ک ن ع ع۱

− و۲ ل / ۸ + ۲ ع ۵ ع۱ = − و۱ ل / ۸ − ۲ ع ۵ ع۱ − ک ن ع ع۱

ع ع۱ = − ل / ۸ · (و۱ − و۲) / (ک ن + ۴ ۵)

جس سے ستون پر شہتیر کا ڈھال معلوم ہوتا ہے

(۲) وسط میں معیار

م ج = و۱ ل / ۴ + م۲

= و۱ ل / ۸ − ۲ ع ۵ ع۱

$$= \frac{\text{و}_1 \text{ل}}{\text{۸}} + \frac{\text{۲ ک ل}}{\text{۸}} \frac{(\text{و}_1 - \text{و}_2)}{(\text{ک ن} + \text{۲ ۵})}$$

اگر ک ن = ۰

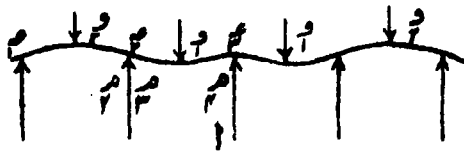
$$\text{تو} \quad \text{م}_\text{ز} = \frac{\text{و}_1 \text{ل}}{\text{۸}} + \frac{\text{و}_1 \text{ل}}{\text{۱۶}} - \frac{\text{و}_2 \text{ل}}{\text{۱۶}}$$

$$= \frac{\text{۳}}{\text{۱۶}} \text{و}_1 \text{ل} - \frac{\text{۱}}{\text{۱۶}} \text{و}_2 \text{ل}$$

(۳) ستونوں پر مجموعی ردِّ عمل

$$\text{ر} = \frac{\text{و}_1 + \text{و}_2}{\text{۲}}$$

مشق ۱۵

مسلسل شہتیر ستونوں کے ساتھ یک لخت، لداؤ شکل ع۱۵۳ کی طرح۔
معلوم کرنا (۱) سہارے ۱ پر شہتیر میں اعظم معیار
(۲) ۱ پر مجموعی ردِّ عمل

شکل ع۱۵۳۔ مسلسل شہتیر، بوجھ مرکز

اس قسم کے لداؤ سے مسلسل شہتیر کے سہارے پر زیادہ سے زیادہ معیار پیدا ہوتا ہے اور ستون پر زیادہ سے زیادہ ردِّ عمل۔
تشاکل سے ظاہر ہے کہ $\text{م}_3 = ۰$ اور $\text{م}_1 = - \text{م}_2$ اس سے مسئلے کے حل میں بہت آسانی ہو جاتی ہے۔

شق ۲ کی مدد سے ذیل کی چار مساواتیں لکھی جا سکتی ہیں:۔

$$م_{۲} = -\frac{و_{۲}\,ل}{۸} + ۲\,ع\,۵\,م_{۲} \quad \ldots\ldots (۱)$$

$$م_{۲} = -\frac{و_{۱}\,ل}{۸} - ۴\,ع\,۵\,م_{۲} \quad \ldots\ldots (۲)$$

$$م_{۳} = -\frac{و_{۳}\,ل}{۸} + ۲\,ع\,۵\,م_{۳} \quad \ldots\ldots (۳)$$

$$م_{۲} = م_{۳} - ک\,ن\,ع\,م_{۲} \quad \ldots\ldots (۴)$$

(۱) اور (۲) کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$$-\frac{و_{۲}\,ل}{۸} + ۲\,ع\,۵\,م_{۲} = -\frac{و_{۱}\,ل}{۸} - ۴\,ع\,۵\,م_{۲} - ک\,ن\,ع\,م_{۲}$$

یعنی $۱۲\,ع\,۵\,م_{۲} = -\frac{ل}{۸} \cdot \frac{۲\,۵\,(و_{۱} - و_{۲})}{ک\,ن + ۶\,۵}$

اس قیمت کو (۳) میں مندرج کرنے سے

(۱) سہارے ۱ پر معیار

$$م_{۱} = -\frac{و_{۲}\,ل}{۸} - \frac{ل}{۸} \cdot \frac{۲\,۵\,(و_{۱} - و_{۲})}{(ک\,ن + ۶\,۵)}$$

$$= -\frac{و_{۱}\,ل}{۸} \times \frac{(ک\,ن + ۸\,۵)}{(ک\,ن + ۶\,۵)} + \frac{و_{۲}\,ل}{۸} \cdot \frac{۲\,۵}{(ک\,ن + ۶\,۵)}$$

اگر ک ن = ۰

تو $م_{۲} = -\frac{و_{۲}\,ل}{۶} + \frac{و_{۳}\,ل}{۲۴}$

(۲) ۱ پر ردِّ عمل س ہو تو تشاکل کی وجہ سے بائیں جانب کے بوجھوں سے ردِّ عمل $\frac{س}{۲}$ ہوگا

جہاں $\frac{م_ا}{۲} = \frac{و}{۲} - \frac{(م_۲ - م_ا)}{ل}$

$= \frac{و}{۲} - \frac{۲ع ہ ہ}{ل}$

$= \frac{و}{۲} + \frac{۲ہ (و_ا - و_۲)}{۸ (ک ن + ۲ ہ)}$

$\therefore$ $س = و_ا + \frac{۵، ۱ہ (و_ا - و_۲)}{ک ن + ۲ہ}$

اگر ک ن = ۰

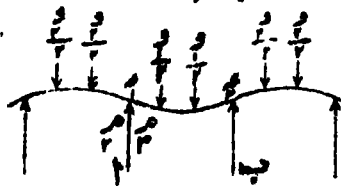
تو $س = \frac{۵}{۴} و_ا - \frac{۱}{۴} و_۲$

مشق ۱۶

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، شہتیر ستونوں کے ساتھ یک لخت، متحرک بوجھ متبادل خانوں پر، متحرک اور ساکن دونوں قسم کے بوجھ نقاط تثلیث پر مرتکز۔ معلوم کرنا (۱) ستون پر شہتیر کا ڈھال

(۲) فصل کے مرکز پر شہتیر میں معیار

(۳) ستون پر ردِ عمل س

شکل ۱۵۴

شہتیر کے حصہ ا تا ب پر غور کرو۔

شق ۱۴ کی رو سے اور ع م = - ع م ہونے کی وجہ سے شہتیر میں بائیں سہارے پر معیار

م۱ = - و۱ ل / ۹ - ۲ ع ہ ع م۱

اور م۲ = - و۲ ل / ۹ + ۲ ع ہ ع م۱

ستون ا کی چوٹی پر معیاروں کی مساوات سے

م۲ = م۱ - ک ن ع ع م۱

یعنی - و۲ ل / ۹ + ۲ ع ہ ع م۱ = - و۱ ل / ۹ - ۲ ع ہ ع م۱ - ک ن ع ع م۱

(۱) ستون پر شہتیر کا ڈھال

ع م۱ = - ل / ۹ × (و۱ - و۲) / (ک ن + ۴ ہ)

(۲) شہتیر میں معیار مفصل کے مرکز پر

م ج = و۱ ل / ۹ + م۱

= و۱ ل / ۱۸ - ۲ ع ہ ع م۱

= و۱ ل / ۱۸ + ۲ / ۹ · ہ ل (و۱ - و۲) / (ک ن + ۴ ہ)

اگر ک ن = ۰

تو م ج = و۱ ل / ۱۸ + و۱ ل / ۱۸ - و۲ ل / ۱۸

= و۱ ل / ۹ - و۲ ل / ۱۸

(۳) ستون پر مجموعی ردِ عمل

ر = (و١ + و٢) / ٢

شق ١٧

مسلسل شہتیر، متعدد فصل، شہتیر ستونوں کے ساتھ یک لخت، بوجھ نقاطِ تثلیث پر مرتکز (دیکھو شکل نمبر ١٥٥)، میارِ جمود شہتیر کے سارے طول میں مستقل، فصل سب مساوی، سب ستون ایک جسامت کے،

معلوم کرنا (١) سہارے ٢ پر اعظم معیار

(٢) سہارے ٢ پر مجموعی ردِ عمل

شکل ١٥٥

تشاکل سے ظاہر ہے کہ ع٣ = ٠، م١ = م٣

شق ٤ کی مدد سے ذیل کی چار مساواتیں لکھی جا سکتی ہیں:-

م٢ = − و ل / ٩ + ٢ ع ک ع٢ .... (١)

م٣ = − و ل / ٩ − ٣ ع ک ع٣ .... (٢)

م٢ = − و ل / ٩ + ٢ ع ک ع٣ .... (٣)

م٣ = م٢ + ک ن ع٣ .... (٤)

(۱) اور (۲) کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$$-\frac{و_۲ ل}{۹}+۲ع ۵ م = -\frac{و_۱ ل}{۹}-۴ع ۵ م - ک ن ع م$$

یعنی $$۲ ع ۵ م = -\frac{۵۲}{۹}\,\frac{ل(و_۱-و_۲)}{ک ن+۵۶}$$

اس قیمت کو (۳) میں مندرج کرنے سے

(۱) ا پر معیار

$$م_۲ = -\frac{و_۱ ل}{۹}-\frac{۲ ۵ ل}{۹}\times\frac{(و_۱-و_۲)}{(ک ن+۵۶)}$$

$$= -\frac{و_۱ ل}{۹}\times\frac{(ک ن+۵۸)}{(ک ن+۵۶)}+\frac{و_۲ ل}{۹}\times\frac{۵۲}{ک ن+۵۶}$$

اگر ک ن = ۰

تو $$م_۲ = -\frac{۴ و_۱ ل}{۲۷}+\frac{و_۲ ل}{۲۷}$$

(۲) ا پر مجموعی ردِّ عمل ر ۱ ہو تو تشاکل کی وجہ سے بائیں طرف کے بوجھوں سے ردِّ عمل $\frac{ر_۱}{۲}$ ہوگا

جہاں $$\frac{ر_۱}{۲}=\frac{و_۱}{۲}-\frac{م_۲-م_۳}{ل}$$

$$=\frac{و_۱}{۲}-\frac{۶ع ۵ م}{ل}$$

$$=\frac{و_۱}{۲}+\frac{۲}{۳}\,\frac{۵(و_۱-و_۲)}{(ک ن+۵۶)}$$

$$\therefore \quad س = و_1 + \frac{ع}{ع} \times \frac{ع(و_1 - و_2)}{ک ن + ع٦}$$

اگر ک ن = ۰

تو $\quad س = \frac{۱۱}{۹} و_1 - \frac{۲}{۹} و_2$

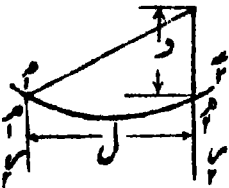
شق ۱۸

شہتیر ہموار متغیر بوجھ کے تحت جس کی حدت ایک سرے پر صفر دوسرے پر اعظم ہے، سروں کے ڈھال دیے ہوئے۔

معلوم کرنا (۱) سروں پر معیاروں کی قیمت بوجھ اور سروں کے ڈھال کی رقوم میں۔ سرے پر بوجھ کی حدت و = صہ ل (شکل ۱۵۶)۔

حسب معمول عمل کرنے سے

$$ع جہ \frac{د^2 ما}{د لا^2} = م_1 + س_1 لا - \frac{صہ لا^3}{٦}$$

یا $\quad ع جہ \frac{د ما}{د لا} = م_1 لا + \frac{س_1 لا^2}{۲} - \frac{صہ لا^4}{۲۴} + ک_1$

شکل ۱۵۶۔ شہتیر جس پر بوجھ صفر سے بڑھتا ہوا ایک سرے پر اعظم ہوتا ہے۔

لا = ۰ تو $\frac{د ما}{د لا} = ع_1$

$\therefore \quad ک_1 = ع جہ ع_1$

$$\therefore \quad ع جہ \frac{د ما}{د لا} = م_1 لا + \frac{س_1 لا^2}{۲} - \frac{صہ لا^4}{۲۴} + ع جہ ع_1 \quad ......(۱)$$

لا = ل تو $\frac{د ما}{د لا} = ع_2$

∴ ع جہ م۲ = م۱ ل + س۱ ل۲ / ۲ − صہ ل۳ / ۲۴ + ع جہ ع۱ ...... (۲)

(۱) کو تکمل کرنے سے

ع جہ ما = م۱ لا۲ / ۲ + س۱ لا۳ / ۶ − صہ لا۵ / ۱۲۰ + ع جہ ع۱ لا + ک۲

لا = ۰ تو ما = ۰ اس لیے ک۲ = ۰

اور لا = ل تو ما = ۰ اس لیے

۰ = م۱ ل۲ / ۲ + س۱ ل۳ / ۶ − صہ ل۵ / ۱۲۰ + ع جہ ع۱ ل .... (۳)

(۳) کو ل پر تقسیم کرکے ۲ سے ضرب دو اور اس میں سے مساوات (۲) تفریق کرو تو

− ع جہ ع۲ = م۱ ل / ۲ + صہ ل۳ / ۶۰ + ۲ ع جہ ع۱

یا م۱ = − صہ ل۲ / ۳۰ − ۲ ع جہ ع۲ / ل − ۴ ع جہ ع۱ / ل .... (۴)

(۳) سے س۱ ل = − ۳ م۱ + صہ ل۳ / ۲۰ − ۶ ع ک ع۱

کسی نقطے پر معیار

م = ع جہ د۲ ما / د لا۲ = م۱ + س۱ لا − صہ لا۳ / ۶

اس میں س۱ کی قیمت رکھنے سے جو ابھی حاصل ہوئی ہے اور لا = ل رکھنے سے

م۲ = صہ ل۳ / ۱۵ + ۴ ع ک ع۲ + ۸ ع ک ع۱ + صہ ل۳ / ۲۰ − ۶ ع ک ع۱ − صہ ل۳ / ۶

= − صہ ل۳ / ۲۰ + ۴ ع ک ع۲ + ۲ ع ک ع۱ .... (۵)

اگر دونوں سرے آزاد ہوں

اعظم مثبت معیار وسط کے قریب ایسے نقطے پر واقع ہوگا جہاں جز صفر ہو۔ سہا اس صورت میں مجموعی بوجھ کا تیسرا حصہ ہوگا

$$\text{سہا} = \frac{\text{صہ ل}}{۶}$$

صفر جز کا فاصلہ بائیں سہارے سے لا ہو تو

$$\frac{\text{صہ لا}^۲}{۲} = \frac{\text{صہ ل}^۲}{۶}$$

یا $\text{لا} = ۰٫۵۷۷\ \text{ل}$

تب اعظم معیار $\text{م} = ۰٫۵۷۷ \times \frac{\text{صہ ل}^۲}{۶} - ۰٫۱۹۲ \frac{\text{صہ ل}^۲}{۶}$

$$= ۰٫۰۶۴۴\ \text{صہ ل}^۲ = \frac{\text{صہ ل}^۲}{۱۵٫۵} = \frac{\text{و ل}}{۱۵٫۵}$$

اگر دونوں سرے ثابت ہوں

$$\text{م}_۱ = -\frac{\text{صہ ل}^۲}{۳۰} = -\frac{\text{و ل}}{۳۰}$$

اور

$$\text{م}_۲ = -\frac{\text{صہ ل}^۲}{۲۰} = -\frac{\text{و ل}}{۲۰}$$

اعظم مثبت معیار معلوم کرنے کے لیے:۔

$$\text{سہا} = -\frac{\text{م}_۲}{\text{ل}} + \frac{\text{صہ ل}^۲}{۲۰} = \frac{\text{صہ ل}^۲}{۱۰} + \frac{\text{صہ ل}^۲}{۲۰}$$

$$= \frac{۳}{۲۰}\ \text{صہ ل}^۲ = \frac{۳}{۲۰}\ \text{و ل}$$ اور $\text{م}_۱ = -\frac{\text{صہ ل}^۳}{۳۰}$

اعظم مثبت معیار کا فاصلہ لا ہو تو

$$\frac{\text{صہ لا}^۲}{۲} = \frac{۳}{۲۰}\ \text{صہ ل}^۲$$

یا $\text{لا} = ۰٫۵۴۸\ \text{ل}$

اور $\text{م}_۲ = -\frac{\text{صہ ل}^۳}{۳۰} + \frac{۳}{۲۰}\text{صہ ل}^۲\,\text{لا} - \frac{\text{صہ لا}^۳}{۶} = \frac{\text{صہ ل}^۳}{۴۶٫۷} = \frac{\text{و ل}^۲}{۴۶٫۷}$

اگر دایاں سرا آزاد و بایاں ثابت ہو

$$\left.\begin{array}{l}\text{م}_۱ = ۰\\ \text{م}_۲ = ۰\end{array}\right\}$$

تب (۵) سے

$$۰ = -\frac{\text{صہ ل}^۳}{۴۰} + ۲\,\text{م}_۳\,\text{ع ک ع}$$

اس لیے $\text{م}_۱ = -\frac{\text{صہ ل}^۳}{۳۰} - \frac{\text{صہ ل}^۳}{۴۰} = -\frac{۷}{۱۲۰}\,\text{صہ ل}^۲$

$$= -\frac{\text{صہ ل}^۳}{۱۷٫۱} = -\frac{\text{و ل}^۲}{۱۷٫۱}$$

$$\text{ر}_۱ = -\frac{\text{م}_۱}{\text{ل}} + \frac{\text{صہ ل}^۲}{۲۰} = +\frac{۲۱}{۱۲۰}\,\text{صہ ل}^۲ + \frac{۱}{۲۰}\,\text{صہ ل}^۲$$

$$= \frac{۹}{۴۰}\,\text{صہ ل}^۲ = \frac{۹}{۴۰}\,\text{و ل}$$

اعظم مثبت معیار کا فاصلہ لا ہو تو

$$\frac{\text{صہ لا}^۲}{۲} = \frac{۹}{۴۰}\,\text{صہ ل}^۲$$

یا $\text{لا} = ۰٫۶۷۱\,\text{ل}$

$$\therefore\ \text{م}_۲ = -\frac{۷}{۱۲۰}\,\text{صہ ل}^۳ + \frac{۹}{۴۰}\,\text{صہ ل}^۳ \times ۰٫۶۷۱ - \frac{\text{صہ ل}^۳}{۶}(۰٫۶۷۱)^۳$$

$$= ۰٫۰۴۲۴\,\text{صہ ل}^۳ = \frac{\text{صہ ل}^۳}{۲۳٫۶} = \frac{\text{و ل}^۲}{۲۳٫۶}$$

اگر بایاں سرا آزاد و دایاں ثابت ہو

$$\left.\begin{array}{l}\text{م}_۳ = ۰\\ \text{م}_۱ = ۰\end{array}\right\}$$

مساوات (۴) سے

$$0 = -\frac{\text{صہ ل}^3}{30} - 4\,\text{ع لا م}_1$$

$$\therefore\quad \text{م}_2 = -\frac{\text{صہ ل}^3}{20} - \frac{\text{صہ ل}^3}{60} = -\frac{\text{صہ ل}^3}{15} = -\frac{\text{و ل}^2}{15}$$

$$\text{ر}_1 = -\frac{3\,\text{م}_1}{\text{ل}} + \frac{\text{صہ ل}^2}{20} - \frac{6\,\text{ع لا م}_1}{\text{ل}}$$

$$= \frac{\text{صہ ل}^2}{20} + \frac{\text{صہ ل}^2}{20} = \frac{\text{صہ ل}^2}{10} = \frac{\text{و ل}}{10}$$

اعظم مثبت معیار کا فاصلہ لا ہو تو

$$\frac{\text{صہ لا}^2}{2} = \frac{\text{صہ ل}^2}{10}$$

یا $\text{لا} = 0.447\,\text{ل}$

$$\therefore\quad \text{م}_x = 0 + 0.447\,\text{صہ ل}^3 - \frac{\text{صہ ل}^3}{6}(0.447)^3$$

$$= 0.0298\,\text{صہ ل}^3$$

$$= \frac{\text{صہ ل}^3}{33.6} = \frac{\text{و ل}^2}{33.6}$$

شق ۱۹

سہاروں کے بٹھاؤ کا اثر مسلسل شہتیروں کے مرکزی معیاروں پر۔

شکل ۱۵۱ متعدد فصل کے شہتیر پر دھساؤ کا اثر

یہاں بہت سے فصلوں کا شہتیر لیا گیا ہے۔ ایک خانے پر بوجھ و ہے اور اس کے دونوں سہارے بقدر فاصلہ صہ کے بیٹھتے ہیں۔ متصل فصلوں کے بوجھ و₁ ہیں اور ان کے سرے کے سہارے نہیں بیٹھتے شہتیروں کی سمت ان سہاروں پر ثابت ہے (شکل ۱۵۱)۔ درمیانی مراحل کو نظر انداز کر کے کسی نقطے پر سکے معیار کو ہم سیدھا لکھ سکتے ہیں۔

$$\text{م} = \text{ع جہ} \frac{\text{فر}^{2}\,\text{ما}}{\text{فر لا}^{2}} = \text{س}_{1}\,\text{لا} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{لا}^{2}}{2} + \text{م}_{1}$$

لا = ل تو

$$\text{م}_{2} = \text{س}_{1}\,\text{ل} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{ل}^{2}}{2} + \text{م}_{1} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{ع جہ} \frac{\text{فر ما}}{\text{فر لا}} = \frac{\text{س}_{1}\,\text{لا}^{2}}{2} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{لا}^{3}}{6} + \text{م}_{1}\,\text{لا}$$

لا = ل تو

$$\text{ع جہ ہ}_{2} = \frac{\text{س}_{1}\,\text{ل}^{2}}{2} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{ل}^{3}}{6} + \text{م}_{1}\,\text{ل} \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\text{ع جہ ما} = \frac{\text{س}_{1}\,\text{لا}^{3}}{6} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{لا}^{4}}{24} + \frac{\text{م}_{1}\,\text{لا}^{2}}{2}$$

لا = ل تو ما = صہ

$$\therefore \text{ع جہ صہ} = \frac{\text{س}_{1}\,\text{ل}^{3}}{6} - \frac{\text{و}_{1}\,\text{ل}^{4}}{24} + \frac{\text{م}_{1}\,\text{ل}^{2}}{2} \quad \ldots\ldots (3)$$

وسطی خانہ تشاکل ہے اس لیے شق ا کی رو سے

م۲ = − و۲ ل۲/۱۲ − ۲ ع جہ م۲/ل .... (۴)

(۱) سے م۱ کی قیمت لے کر (۲) میں مندرج کرنے سے

− ۲ ع جہ م۲/ل = − ۲ م۲ − ۱/۳ و۱ ل۲ + س۱ ل ...... (۵)

(۳) کو ۲/ل سے ضرب دے کر (۱) میں سے تفریق کرنے سے

م۲ − ۲ ع جہ صہ/ل۲ = س۱ ل − و۱ ل۲/۲ + س۱ ل/۳ + و۱ ل۲/۱۲

یا   س۱ ل = ۳/۲ م۲ − ۳ ع جہ صہ/ل۲ + ۵/۸ و۱ ل۲

اس کو (۵) میں مندرج کرنے سے

− ۲ ع جہ م۲/ل = − م۲/۲ − ۳ ع جہ صہ/ل۲ − و۱ ل۲/۲۴

اور اس کو (۴) میں مندرج کرنے سے

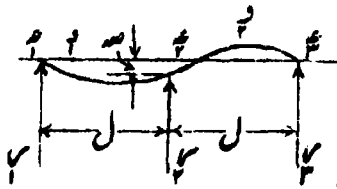
م۲ = − و۲ ل۲/۱۸ − ۲ ع جہ صہ/ل۲ − و۱ ل۲/۳۶

اس طرح وسطی خانے کے وسط میں معیار

م۳ = ۵/۷۲ و۲ ل۲ − ۲ ع جہ صہ/ل۲ − و۱ ل۲/۳۶

یاد رہے کہ سہاروں کا انصراف نیچے کو ہو تو صہ منفی ہوگا۔

شق ۲۰

سہاروں کے بٹھاؤ کا اثر دو فصل کے مسلسل شہتیروں کے مرکزی معیاروں پر (شکل ۱۵۸)۔

شکل ۱۵۸۔ دو فصل کے مسلسل شہتیر پر بٹھاؤ کا اثر

کسی نقطے پر معیار

$$\text{م} = \text{ع جد}\,\frac{\text{فر}^{۲}\,\text{ا}}{\text{فر لا}^{۲}} = \text{ر}_{۱}\,\text{لا} - \frac{\text{و}\,\text{لا}^{۲}}{۲}$$

تکمل سے

$$\text{ع جد}\,\frac{\text{فر ا}}{\text{فر لا}} = \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{لا}^{۲}}{۲} - \frac{\text{و}\,\text{لا}^{۳}}{۶} + \text{ع جد ہ}_{۱} - \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{ل}^{۲}}{۲} + \frac{\text{و}\,\text{ل}^{۳}}{۶}$$

تکمل سے

$$\text{ع جد ا} = \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{لا}^{۳}}{۶} - \frac{\text{و}\,\text{لا}^{۴}}{۲۴} + \text{ع جد ہ}_{۱}\,\text{لا} - \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{ل}^{۲}\,\text{لا}}{۲} + \frac{\text{و}\,\text{ل}^{۳}\,\text{لا}}{۶}$$

لا = ل تو ا = صہ

$$\therefore \text{ع جد صہ} = \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{ل}^{۳}}{۶} - \frac{\text{و}\,\text{ل}^{۴}}{۲۴} + \text{ع جد ہ}_{۱}\,\text{ل} - \frac{\text{ر}_{۱}\,\text{ل}^{۳}}{۲} + \frac{\text{و}\,\text{ل}^{۴}}{۶}$$

$$= -\frac{\text{ر}_{۱}\,\text{ل}^{۳}}{۳} + \frac{\text{و}\,\text{ل}^{۴}}{۸} + \text{ع جد ہ}_{۱}\,\text{ل} \quad \ldots\ldots (۱)$$

دوسرے سرے سے عمل کریں تو

$$\text{ع جد صہ} = -\frac{\text{ر}_{۳}\,\text{ل}^{۳}}{۳} + \frac{\text{و}_{۲}\,\text{ل}^{۴}}{۸} - \text{ع جد ہ}_{۱}\,\text{ل} \quad \ldots\ldots (۲)$$

(۱) اور (۲) کو ۳/ل² سے ضرب دیں تو

۲ع جہ صہ / ل² = − مں₁ ل + ۳/۸ و₁ ل² + ۳ع جہ ی / ل ...... (۴)

۳ع جہ صہ / ل² = − مں₁ ل + ۳/۸ و₂ ل² − ۳ع جہ ی / ل ...... (۵)

مساوات (۳) سے

− مں₂ ل = − مں₁ ل + و₁ ل²/۲ − و₂ ل²/۲

اس کو (۵) میں مندرج کرنے سے

۳ع جہ صہ / ل² = − مں₁ ل + و₁ ل²/۲ − و₂ ل²/۸ − ۳ع جہ ی / ل

اس کو (۴) میں جمع کرنے سے

۶ع جہ صہ / ل² = − ۲ مں₁ ل + ۷/۸ و₁ ل² − و₂ ل²/۸

یا　مں₁ = ۷/۱۶ و₁ ل − و₂ ل/۱۶ − ۳ع جہ صہ / ل³ ...... (۶)

اعظم معیار صفر جز کے نقطے پر واقع ہوگا۔ اگر اس نقطے کا فاصلہ

بائیں سہارے سے لا ہو تو

مں₁ = و₁ لا

یا　لا = مں₁ / و₁

اس لیے اعظم معیار $= \text{م}_{\text{ز}} = \text{س}_{\text{۱}}\,\text{لا} - \dfrac{\text{و}\,\text{لا}^{\text{۲}}}{\text{۲}}$

$$= \text{س}_{\text{۱}}\,\text{لا} - \frac{\text{س}_{\text{۱}}\,\text{لا}}{\text{۲}}$$

$$= \frac{\text{س}_{\text{۱}}\,\text{لا}}{\text{۲}}$$

$$= \frac{\text{س}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۲}\,\text{و}}$$

یاد رہے کہ انصراف نیچے کی طرف منفی ہوتا ہے۔

محکم کنکریٹ پر آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی رپورٹ (سنہ ۱۹۱۱ء)

گزشتہ ابواب میں ہم نے محکم کنکریٹ کی تجویز کے اہم مسائل پر اپنے خیالات ظاہر کیے ہیں اور بعض صورتوں میں ضابطے اور اصول دیے ہیں جو ہمارا خیال ہے کہ اُن ضابطوں اور اصولوں کی بہ نسبت حقیقت سے زیادہ قریب ہیں جو عام رپورٹوں میں پائے جاتے ہیں۔

لیکن بعض چھوٹے موٹے کاموں میں جو ماہر فن سے نہ کرائے جائیں معیاری رپورٹیں بہت کارآمد ثابت ہونگی اگرچہ بعض صورتوں میں وہ حفاظت کی جانب بہت مائل ہوں (مثلاً ایک تقریباً مسلسل شہتیر میں خماؤ کا معیار $\frac{د ل^{۲}}{۱۲}$ میں لیا جائے) اور بعض صورتوں میں خطرے کی جانب (مثلاً ستونوں میں خاص کر بیرونی ستونوں میں معیار نظر انداز کر دیے جائیں)۔ ہم نے آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی اجازت سے اس مبحث پر اُن کی اخیر رپورٹ یہاں شامل کر دی ہے جو انگریزی زبان میں بہترین رپورٹوں میں سے ہے۔

ستونوں کے متعلق قواعد اگرچہ فرانسیسی رپورٹ سنہ ۱۹۰۶ء کی بناء پر ہیں لیکن زیادہ منظم ہو جانے کی وجہ سے اُن کے افادے میں اضافہ ہو گیا ہے۔

محکم کنکریٹ کی متحدہ کمیٹی کی دوسری رپورٹ

ترقیم کی کلید

ترقیم ایک اشاریہ کے اصول پر وضع کی گئی ہے یعنی بجز چند مستثنیات کے ہر اصطلاح میں جو نمایاں لفظ یا الفاظ ہوں اُن کے ابتدائی حروف لے لیے گئے ہیں۔

بڑے حروف سے معیار، رقبے، حجم، مجموعی قوتیں، مجموعی بوجھ، نسبتیں اور مستقل وغیرہ تعبیر ہوتے ہیں۔

چھوٹے حروف سے قوتوں کی حدت، بوجھوں کی حدت، زوروں کی حدت، طولی ابعاد، نسبتیں اور مستقل وغیرہ تعبیر ہوتے ہیں۔

زبردار حروف سے نسبتیں تعبیر ہوتی ہیں مثلاً بَ، شَ، نَ وغیرہ جہاں بَ، شَ، نَ وغیرہ سے ان نسبتوں کے شمار کنندے تعبیر ہوتے ہیں۔ یہ زبر اختصار ہے اُس خط کا جس سے تقسیم کی علامت مراد ہے مثلاً ا/د —

لاحقے اور سابقے ایسے موقعوں پر استعمال کیے گئے ہیں جہاں ایک حرف ناکافی ہو اور یہ لاحقے اور سابقے خود توصیفی الفاظ کے ابتدائی حروف ہونگے۔

یہ حروف اور علامات یہاں آسانی کے لیے ترتیبِ ابجد میں لکھ دیے جاتے ہیں۔

ترقیم

ا (ستونوں میں) = ستون کا موثر رقبہ (دیکھو تعریف صفحہ ۴۰۴)

اع = معادل رقبہ

اج = جزی رکن کا تراشی رقبہ
ات = تنشی اِحکام کا رقبہ (مربع انچوں میں)
او (ستونوں میں) = انتصابی اِحکام کا رقبہ
ب = مزاحم معیار کا بازو، یا بیرمی بازو (انچوں میں)
بَ = بازو کی نسبت = ب/ق
ت = تناو کا زور فولاد پر (حدت)
ت = مجموعی تناؤ
ج (شہتیروں میں) = جزی زور کی حدت کنکریٹ پر
جِ (شہتیروں میں) = " " فولاد پر
جہ = جمود کا معیار اثر
ج (شہتیروں میں) = مجموعی جز
ح (ستونوں میں) = حلقے کے اندر گھرا ہوا حجم
حِ (ستونوں میں) = حلقہ نما اِحکام کا حجم
خ = خروج المرکز
د = مجموعی بے خطر دباؤ
ز (شہتیروں میں) = انتہائی رلیقے کا زور
مِک = فشاری مزاحمت کا معیار
مت = تنشی مزاحمت کا معیار
س (شہتیروں میں) = تنشی اِحکام کی نسبت رقبہ مں ق سے
س (ستونوں میں) = حلقہ نما یا افقی اِحکام کے حجم کی نسبت گھرے ہوئے حجم سے
س (شہتیروں میں) = معدل کی گہرائی کی نسبت = ق‌لیں/ق
س، س، س = مستقل
ن (ستونوں میں) = فشار کا عملی زور

ش‌ہ = فشار کا عملی زور سادہ کنکریٹ پر
ش‌ن = سل کے نچلے پہلو پر کنکریٹ کا فشاری زور
غ = ش اور ت کی نسبت = ش/ت
شم = تراش کا مقیاس
ص = فصل کی قدر جو ستون کے عرضی اِحکام کی گھائی پر منحصر ہے۔
صہ = انصراف
ض = عرض
ض (T شہتیر میں) = کور کا عرض
ضپ (T شہتیر میں) = پسلی کا عرض
عک = لچک کا مقیاس (کنکریٹ)
عف = " " " (فولاد)
فو = فاصلۂ انتصابی سلاخوں کے درمیان
ق = عمق یا گہرائی
ق = قطر
قم = فشار کے مرکز کی گہرائی فشار کے کنارے سے
قع (ستونوں میں) = قدرِ عمل = ش‌ہ/ی = قدرِ سلامتی کا متکافی
ک (ستونوں میں) = شکلی جزوِ ضربی یا مستقل جو حلقوں کے مستطیلی یا منحنی ہونے پر منحصر ہوگا
گ = جزئی ارکان کی گھائی (جزئی ضابطوں میں)
گ = جانبی اِحکام کی گھائی (ستونوں میں)

ل = ستون کا طول یا شہتیر یا سل کا موثر فصل

م = مقیاسی نسبت = $\frac{ع_{ف}}{ع_{ک}}$

ن = تعدیلی محور کی گہرائی فشار کے کنارے سے

نَ = تعدیلی محور کی نسبت = $\frac{ن}{ق}$

ن = ایک عل دی سر

و = بوجھ فی اکائی طول

و = مجموعی عملی بوجھ کسی اُرکن پر

ی = سادہ کنکریٹ کا انتہائی فشاری زور (حدت)

ے = " " " " بوجھ

تمہید

۱۔ عمارتوں اور انجینیری کے دوسرے کاموں میں محکم کنکریٹ اِس کثرت سے استعمال ہوتا ہے کہ اُس کی ضروریات کے متعلق ایک عام سمجھوتہ ہو جانا مناسب ہے۔ ذیل کی تجاویز ان ہی ضروریات کے مدِنظر ہیں اور ہر قسم کے اِحکام پر حاوی ہیں۔

عمدہ کاریگری اور عمدہ مسالے محکم کنکریٹ میں سخت ضروری ہیں۔ یہ ہوں اور تجویز عمدہ ہو تو اس کی تعمیریں قابلِ اعتماد ہوتی ہیں۔ جو کاریگر اس کام پر مامور ہوں وہ اس کام کے واقف کار ہونے چاہییں۔ کام کے دوران میں ذیل کی باتوں پر سخت نگرانی رکھنی چاہیے:—

(ا) مسالوں کا وصف، امتحان، اور آمیزش۔

(ب) اِحکام کی جسامت اور محل۔

(ج) قالب کی تعمیر اور نکال لیا جانا
(د) مسالے کو اُس کے محل پر ڈالنا اور مسامات سے بچنے اور ٹھوس پن حاصل کرنے کے لیے کنکریٹ کی مکمل کُٹائی۔
اگر دھاتی ڈھانچے پر سیمنٹ کی اچھی تہ ہو اور کنکریٹ ٹھوس اور مسامات سے آزاد ہو تو موزوں گِٹی اور صاف تازہ پانی سے بنے ہوئے کنکریٹ کے اندر احکام کے گلنے کا کوئی اندیشہ نہیں۔

۲۔ تعمیر کے متعلق اِس ملک (انگلستان) میں جو ذیلی قوانین نافذ ہیں اُن کی رُو سے بیرونی دیواریں اینٹ یا پتھر یا کنکریٹ میں ایک مخصوص موٹائی کی ہونی چاہییں۔ بعض مقامات پر مقامی حکام کو اختیار ہے کہ کنکریٹ کو دھات کے ذریعے محکم کیا گیا ہو تو موٹائی میں کمی کی اجازت دیں۔ باقی اضلاع میں اس طرح کا اختیار نہیں۔ ہماری رائے ہے کہ اِن ذیلی قوانین میں ترمیم کر کے محکم کنکریٹ کو تعمیر کی ایک مسلمہ قسم مانا جائے۔
ذیلی قوانین میں ایک دفعہ کا اضافہ کیا جائے جس کا منشاء یہ ہو کہ اگر محکم کنکریٹ کی کوئی عمارت کھڑی کرنی ہو تو مکمل نقشہ جات جن میں تعمیر کی تمام تفصیلات اور احکام کی جسامت اور محل دیے گئے ہوں، مسالوں اور کنکریٹ کے تناسب کی تخصیص اور مضبوطی کے ضروری حسابات جن کی بنا اس رپورٹ پر ہو یہ سب کاغذات مقامی حکومت کے پاس اُس شخص یا اُن اشخاص کے دستخطی رکھائے جائیں جو تجویز اور عمل پیرائی کے ذمہ دار ہوں۔

۳۔ آگ مزاحمت :۔

(ا) فرش، دیواریں، اور فولاد اور کنکریٹ کی دوسری تعمیریں جو غیر احتراق پذیر مسالوں کی بنی ہوں آتش زدگی کو مختلف حدوں تک روکتی ہیں جو کنکریٹ کی ترکیب، حصوں کی موٹائیوں اور دھات کی پوشش پر منحصر ہوتی ہیں۔
(ب) آتش زدگی کے متعلق تجربات اور حقیقی تجربات سے معلوم ہوتا ہے کہ جس کنکریٹ میں گِٹی کے لیے چُونا پتھر استعمال کیا جائے وہ شدید آگ سے

اثر سے تحلیل ہو کر بھس بھسا ہو جاتا ہے اور مضبوطی کھو دیتا ہے۔ بجری اور ریت پتھر کے کنکریٹ بھی متاثر ہوتے ہیں لیکن اس قدر نہیں۔ گٹی جتنی چھوٹی ہو اتنی ہی کم متاثر ہوتی ہے۔ ان صورتوں میں دھاتی انحکام کنکریٹ کو عموماً اس کی جگہ پر رکھتا ہے لیکن اس حصے کی مضبوطی اتنی کم ہو جاتی ہے کہ اس کی تجدید کرنی چاہیے۔ جس کنکریٹ میں کوک چورے، جلے کوئلے، یا خبث کی گٹی ہو اس کو صرف سطحی نقصان پہنچتا ہے۔ اس کی مضبوطی کم نہیں ہوتی اور عام طور پر اس کی مرمت کی جا سکتی ہے۔ اینٹ کے ٹکڑوں کا کنکریٹ جلے کوئلے کے کنکریٹ سے زیادہ متاثر ہوتا ہے اور بجری یا پتھر کے کنکریٹ سے کم۔

(ج) کسی صورت میں جو مسالا استعمال کیا جائے اس میں گٹی کی ارزانی یا سہل الحصولی کے علاوہ مطلوبہ آگ مزاحمت کا بھی لحاظ رہنا چاہیے۔

(د) حسب ذیل اجزا مناسب ہیں۔

پیٹے کے استوارانہ جڑے ہوئے ارکان، ڈھیلی رکابیں، مڑی ہوئی سلاخیں یا دیگر ذرائع جو شہتیر یا سل کے نچلے پہلو کو (جو آتش زدگی سے زیادہ متاثر ہوتا ہے) بالائی پہلو سے جو زیادہ متاثر نہیں ہوتا جوڑنے کے لیے اختیار کیے جائیں۔

(ع) معمولی صورتوں میں سلوں پر ½ انچ اور شہتیروں پر ۱ انچ کی پوشش کافی ہے۔ پوشش کو بہت موٹا بنانا بھی ٹھیک نہیں۔ تمام زاویوں کو گول بنا دیا جائے یا پاکھے دار تاکہ گرمی سے جھڑن واقع نہ ہو۔

(ف) تپش بہت زیادہ ہو تو تعمیر کی محافظت کی زیادہ ضرورت ہوتی ہے۔ اور بہت سخت حالات کے تحت مناسب ہے کہ کنکریٹ کی تعمیر کو آگ مزاحم پلاستر کی پوشش دی جائے جس کی آسانی سے تجدید ہو سکتی ہے۔ ستونوں کی پوشش کوک چورے کے کنکریٹ سے یا پکی مٹی سے یا کسی اور آگ مزاحم شے سے ہو سکتی ہے۔

مسالے

۴۔ سیمنٹ

صرف وہ پورٹلینڈ سیمنٹ استعمال کرنی چاہیے جو "برطانوی انجینیری معیاروں کی کمیٹی" کی تخصیص کے مطابق ہو۔ عام طور پر دیر سے جمنے والی سیمنٹ استعمال کرنی چاہیے۔ سیمنٹ کی ہر کھیپ کا امتحان کرنا چاہیے اور اس کے علاوہ عمدگی اور جمنے کی مدت کا امتحان جو ارزاں آلات کے ذریعے ہو سکتا ہے تعمیر کے دوران میں اکثر کیا جائے۔ سیمنٹ کام پر تھیلوں یا پیپوں میں بھیجی جائے جن پر صنّاع کا نام اور سیمنٹ کی مقدار درج ہو۔

۵۔ ریت :-

ریت مختلف جسامتوں کے سخت دانوں پر مشتمل ہونی چاہیے۔ بڑے سے بڑا دانہ ۱/۴ انچ مربع چھلنی میں سے گزرنا چاہیے لیکن کم از کم ۵ ، فیصدی دانے ۱/۱۰۰ انچ مربع چھلنی میں سے گزرنے چاہییں۔ محض باریک ریت اچھی نہیں۔ ریت جتنی باریک ہو گی سیمنٹ اتنی ہی زیادہ درکار ہو گی۔ ریت چوبی، نامیاتی اور ارضی مادوں سے پاک ہونی چاہیے۔ ریت کا وصف ضروری نہیں کہ اس کو دیکھنے سے معلوم ہو جائے۔ سیمنٹ اور ریت سے گچ تیار کر کے ہمیشہ اس کا امتحان کرتے رہنا چاہیے دھونے سے ضرور نہیں کہ ریت بہتر ہو جائے کیونکہ باریک ذرات جو گچ کے ٹھوس پن اور گھٹ پن کے لیے ضروری ہیں دھونے میں ضائع ہو جاتے ہیں۔

۶۔ گٹی :-

گٹی جو بجری، سخت پتھر یا کسی اور مناسب مسالے پر مشتمل ہو گی صاف، کونے دار، اور جائز حدود کے اندر ممکنہ مختلف جسامتوں کی ہو۔ تمام صورتوں میں جو مسالا ۱/۴ انچ مربع چھلنی میں سے گزر جائے اس کو ریت سمجھا جائے۔ گٹی کے لیے اعظم جسامت ۳/۴ انچ ہے۔ اعظم حد ہمیشہ ایسی ہونی چاہیے کہ گٹی، اِحکامی سلاخوں کے درمیان سے اور اِحکامی سلاخوں اور قالب کے درمیان سے گزر سکے۔ مسالوں کو ناپنے سے پہلے بجری اور ٹوٹے ہوئے پتھر سے ریت کو چھان کر علیٰحدہ کر لیا جائے۔

نوٹ۔ کوک چورا، کڑاہی چورا اور جو شارے کی راکھ محکم کنکریٹ کے لیے استعمال نہیں کرنی چاہیے۔ مناسب یہ ہے کہ کھنگر یا خبث بھی استعمال نہ کیا جائے الا اس کے کہ اس کا

انتخاب بہت احتیاط سے کیا گیا ہو۔

۷۔ کنکریٹ کے تناسب:۔

ہر صورت میں سیمنٹ، ریت، اور گٹی کے تناسبوں کی حجم کے لحاظ سے تخصیص کرنی چاہیے۔ گٹی میں ملائی ہوئی سیمنٹ کی مقدار کام پر وزن میں معلوم کی جائے۔ سیمنٹ کا وزن فی مکعب فٹ ملاتے وقت تناسب کے حساب کے لیے ۹۰ پونڈ لیا جاتا ہے۔ چونکہ محکم کنکریٹ کی تعمیروں کی مضبوطی اور پائداری زیادہ تر کنکریٹ کے صحیح تناسب پر منحصر ہے اس لیے مناسب ہے کہ تمام اہم صورتوں میں کام کی تفصیلی تجویز کرنے سے پہلے استعمال شدنی مسالوں کا امتحان اُن طریقوں پر کر لیا جائے جو یہاں بیان کیے جاتے ہیں۔

کسی صورت میں جب ریت خشک ہو تو سیمنٹ اُس سے کم نہ ملائی جائے جو ریت کے مساموں کو پُر کرنے کے لیے درکار ہو۔ یہ شرط تو ہر صورت پوری کی جائے لیکن اس کو پورا کرنے کے بعد ریت اور سیمنٹ کے تناسب کا تعین مطلوبہ مضبوطی کے لحاظ سے کیا جائے اور جو تناسب تجویز کیے جائیں اُن میں ریت اور سیمنٹ کو ملا کر گچ کا حجم معلوم کیا جائے۔

چھوٹے کاموں میں آسانی کے لیے ذیل کے اعداد کو رہنما بنایا جا سکتا ہے، یہ اعداد اوسط سلیکائی ریت کے لیے تقریباً صحیح ہیں۔

حصے سیمنٹ		حصے ریت		حصے گچ
۱	+	$\frac{1}{2}$	=	۱،۲۰
۱	+	۱	=	۱،۵۰
۱	+	$1\frac{1}{2}$	=	۱،۹۰
۱	+	۲	=	۲،۳۵
۱	+	$2\frac{1}{2}$	=	۲،۷۰
۱	+	۳	=	۳

گٹی کے مسامات معلوم کیے جائیں اور کم از کم اتنی گچ استعمال کی جائے کہ

مسامات کو پُر کرنے کے بعد ۱۰ فیصدی فاضل ہو۔

معمولی کام کے لیے ایک حصہ سیمنٹ اور دو حصے ریت سے مضبوط اور عملاً آب بند گچ حاصل ہو گی لیکن اگر خاص آب بندی یا مضبوطی درکار ہو تو سیمنٹ کے تناسب کو بڑھا دینا چاہیے۔

۸۔ دھات:۔

دھات فولاد ہونی چاہیئے جس میں حسب ذیل اوصاف ہوں:۔

(ا) انتہائی مضبوطی ۶۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے کم نہ ہو۔

(ب) نقطۂ مغلوبیت ۳۲۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے نیچے نہ ہو۔

(ج) اس کو ۱۸۰° کے زاویے میں زیرِ امتحان ٹکڑے کی موٹائی کے مساوی قطر میں سرد موڑا جا سکے بغیر اس کے کہ مڑے ہوئے حصے کی بیرونی جانب شکستگی واقع ہو۔

(د) گول سلاخوں میں تطول ۲۲ فیصدی سے کم نہ ہو جو ۸ قطروں کی "ناپ لمبائی" میں ناپا جائے۔ ایک انچ سے زیادہ قطر کی سلاخوں کی صورت میں تطول کے لیے "ناپ لمبائی" ۴ قطروں کی لی جا سکتی ہے اور اس صورت میں تطول ۲۰ فیصدی سے کم نہ ہونا چاہیے۔

دوسری تراشوں کے واسطے تنشی اور تطولی امتحان "برطانوی معیاری تخصیص برائے تعمیری فولاد" کے مطابق ہونے چاہییں۔ اگر سخت یا خاص فولاد استعمال کیا جائے تو یہ معمار یا انجنیر کی ذمہ داری اور اس کی تخصیص پر ہونا چاہیئے۔

کام میں استعمال کرنے سے پہلے دھات کو صاف اور پپڑی (scale) اور زنگ سے پاک کر لینا چاہیئے۔ اس کو تیل، ڈامبر یا پینٹ (paint) نہ لگا ہونا چاہیئے۔

تپا جوڑنا عام طور پر ممنوع ہونا چاہیے۔ اگر اس کی ضرورت ہی ہو تو یہ ایسے موقعوں پر کیا جائے جہاں دھات پر زور کم پڑتا ہو اور معمار یا انجنیر کی خاص اجازت کے بغیر جو تجویز کے ذمہ دار ہوں ہرگز نہ کیا جائے۔

احکام ٹھیک ٹھیک اُن مقامات پر لگایا جائے اور رکھا جائے جو نقشوں میں دیے گئے ہیں اور آگ مزاحمت کے لحاظ سے قطع نظر شہتیروں میں سطح سے اس کا فاصلہ کم از کم ایک انچ اور فرش کی سلوں اور پتلے حصوں میں کم از کم ½ انچ ہونا چاہیے۔

۹۔ آمیزش۔ عام

تمام صورتوں میں کنکریٹ تھوڑا تھوڑا کر کے اور صحیح تناسبوں میں ملایا جائے اور جس قدر سرعت سے ممکن ہو ڈالا جائے۔ جو کنکریٹ جمنا شروع ہو گیا ہو وہ ہرگز نہ ڈالا جائے۔

دست آمیزی۔ اگر مسالے ہاتھ سے ملائے جائیں تو پہلے اُن کو سوکھا خوب ملایا جائے یہاں تک کہ سیمنٹ کا رنگ پوری گٹی پر چھا جائے۔

مشین آمیزی۔ جہاں کہیں ممکن ہو کنکریٹ کو مشین کے ذریعے ملایا جائے۔

۱۰۔ بچھانا

ڈھیلے کنکریٹ کی گہرائی جس کو کوٹنا ہو کوٹنے سے پہلے ۳ انچ سے زیادہ نہ ہونی چاہیے خاص کر احکامی دھات کے قریب۔ اس کا خاص طور پر خیال رکھا جائے کہ کنکریٹ اور احکام کے درمیان کامل تماس پیدا ہو اور کٹائی جاری رکھی جائے یہاں تک کہ کنکریٹ بالکل ٹھوس ہو جائے۔ کنکریٹ اندازی کا ہر حصہ جہاں تک ممکن ہو ایک ہلے میں ختم کیا جائے (خاص کر فرش کی سل کی پوری موٹائی ضرور ایک ہی باری میں ڈالی جائے)۔ اگر یہ قابلِ عمل نہ ہو تو جہاں کام کو گزشتہ دفعہ چھوڑا گیا وہاں سطح کو تر کر دیا جائے اور جہاں وہ سخت ہو گئی ہو وہاں اُس کو کھرچ دیا جائے، خوب صاف کیا جائے، اور اُس پر سیمنٹ گچ کی ایک ½ انچ موٹی تہ بچھائی جائے جو مساوی حصے ریت اور سیمنٹ پر مشتمل ہو۔ ۳۴° ف سے کم تپش پر کام نہیں کرنا چاہیے۔ کنکریٹ جب ڈالا جائے تو اُس کو پالے کے اثر سے بچانا چاہیے اور سورج کی شعاعوں سے یا ہوا سے بہت جلدی خشک ہونے سے بھی بچانا چاہیے اور اچھی طرح مرطوب رکھنا چاہیے جب جمنا شروع ہو جائے تو ہر قسم کی ہل چل سے محفوظ رکھا جائے۔ تعمیر کی استعداد

زیادہ تر بچھانے کی احتیاط پر موقوف ہے۔
پانی۔ پانی کتنا ملایا جائے یہ ملاتے وقت کی تپش، مسالوں اور بعض اور باتوں پر منحصر ہے۔ اس وجہ سے کوئی مشورہ نہیں دیا گیا۔ سمندر کا پانی استعمال نہ کیا جائے۔

۱۱۔ قالب یا ڈھولا

قالب ایسے ابعاد کا ہو اور اس طرح بنایا جائے کہ کنکریٹ کے بچھانے اور کٹائی کے دوران میں استوار اور غیر مغلوب رہے۔ اس کو اس طرح لگانا چاہیے کہ ڈھیلا کرتے اور نکالتے وقت کنکریٹ کو دھکا نہ لگے۔ جہاں کہیں ممکن ہو کنکریٹ کے زاویوں کو پاکھے دار بنانے یا گول کرنے کا انتظام کیا جائے۔ قالب کے لیے چوبینہ استعمال کیا جائے تو کنکریٹ اندازی سے پہلے اُسے چونے سے دھولیا جائے۔

۱۲۔ قالب نکالنا

قالب کتنی مدت تک رکھا جائے یہ بہت سے حالات پر منحصر ہے مثلاً تعمیر کے حصوں کی موٹائی اور ابعاد، ملانے میں پانی کی استعمال شدہ مقدار، بچھائے جانے اور جمنے کے دوران میں موسم کی کیفیت، وغیرہ۔ اور اس کا فیصلہ اُن پر چھوڑ دینا چاہیے جو کام کے ذمہ دار ہوں۔ ستونوں، شہتیروں کے پہلوؤں اور فرش کی ۴ فٹ فصل سے کم سلوں کے شکموں (Soffits) کے ڈھولے آٹھ دن کے اندر نہ نکالے جائیں۔ زیادہ فصل کے فرشوں اور شہتیروں کے شکم کم از کم ۱۴ دن تک رکھے جائیں اور بڑے فصل کی محرابوں کی صورت میں کم از کم ۲۸ دن۔ ایسی عمارتوں میں جن پر کچھ عرصے تک بوجھ نہ پڑنے والا ہو قالب جلد تر نکالا جا سکتا ہے۔ جن پر بوجھ قالب نکالتے ہی پڑنے والا ہو اُن میں قالب زیادہ عرصہ تک رکھنا چاہیے۔ اگر جمنے کے دوران میں پالا واقع ہو تو قالب برقرار رکھنے کی مدت کو پالے کے دنوں کے بقدر زیادہ کر دینا چاہیے۔

۱۳۔ امتحان

اہم کاموں میں تفصیلی تجویز سے پہلے اور عمل پیرائی کے دوران میں کنکریٹ کے امتحانی ٹکڑے اُن مسالوں اور اُن تناسبوں کے تیار کرائے جائیں جن کی تخصیص

کی گئی ہے ۔یہ ٹکڑے کم از کم ۶ اِنچ ضلع کے مکعب ہوں یا اُستوانے جن کا قطر کم از کم ۶ اِنچ اور طول قطر سے کم نہ ہو۔ ان کو سانچوں میں تیار کیا جائے اور اسی طرح کُوٹا جائے جس طرح اصلی کام کے لیے بیان کیا گیا ہے۔ ہر امتحان کے لیے کم از کم چار مکعب یا اُستوانے تیار کیے جائیں اور امتحان ڈھالنے کے ۲۸ دن بعد کیا جائے۔ ٹکڑوں کا فشار میں امتحان کیا جائے جس میں بوجھ بتدریج اور یکساں لگایا جائے۔ حسابات کے لیے اُن نتائج کے اوسط کو کنکریٹ کی مضبوطی سمجھا جائے۔ اور اگر تناسب اسیمنٹ ۲ ریت اور ۴ سخت پتھر ہو تو مضبوطی ۱۸۰۰ پونڈ فی مربع اِنچ سے کم نہ ہونی چاہیے۔ اِس کنکریٹ کی مضبوطی ۹۰ دن کے بعد ۲۴۰۰ پونڈ فی مربع اِنچ ہو جانی چاہیے۔

خود تعمیر پر لداؤ کے امتحان اُس وقت تک نہ کیے جائیں کہ کنکریٹ اندازی کو دو مہینے نہ ہو گئے ہوں۔ امتحانی بوجھ اتفاقی بوجھ کے $1\frac{1}{2}$ گنے سے زیادہ نہ ہو۔ جزوی لداؤ کی صورت میں تعمیر کے متصل حصوں کے عمل کا بھی لحاظ رکھنا چاہیے۔ کسی صورت میں ایسا امتحانی بوجھ نہ لگایا جائے جس سے اِحکام کے کسی حصے میں زور لچک کی حد کے $\frac{2}{3}$ سے زیادہ ہو جائے۔

حسابات کے طریقے

معطیات

۱۔ بوجھ—

کسی تعمیر کی تجویز میں حسب ذیل باتوں کا خیال رکھنا چاہیے:—

(ا) تعمیر کا وزن۔

(ب) دیگر مستقل بوجھ مثلاً فرش، پلاستر وغیرہ۔

(ج) اتفاقی یا بر نہادہ بوجھ

(د) بعض صورتوں میں ارتعاش اور صدمات کی رعایت۔

بوجھ کی تمام اغلب تقسیموں میں وہ تقسیم حسابات کے لیے فرض کی جائے جس سے اعظم فساوی عمل پیدا ہو۔

(۱) " کنکریٹ اور فولاد " کی تعمیر کا وزن ۱۵۰ پونڈ فی مکعب فٹ لیا جاسکتا ہے۔

(۲) جن تعمیروں پر بوجھ بہت متغیر ہوں اور کم و بیش ارتعاش اور صدمات بھی واقع ہوتے ہوں مثلاً پبلک عمارتوں اور کارخانوں کے فرش، اِن میں صدمات کی بابت رعایت اتفاقی بوجھ کے نصف کے مساوی رکھنی چاہیے۔ جن تعمیروں میں قابلِ لحاظ صدمات اور ارتعاش واقع ہوں مثلاً مشینری کے حامل فرش، یاگزرگاہوں کے فرش، اُن میں صدمات کی رعایت اتفاقی بوجھ کے مساوی رکھی جائے۔

(۳) جن عمارتوں میں ستونوں یا پایوں پر تین یا تین سے زیادہ فرش ہوں اُن میں مختلف سطحوں پر بوجھ کا تخمینہ اس طرح کیا جائے:۔ چھت یا بالائی فرش کے لیے پورا مفروضہ اتفاقی بوجھ لیا جائے۔ اس سے نچلے فرش کے لیے مفروضہ اتفاقی بوجھ سے ۱۰ فیصدی کم لیا جائے۔ اس سے نچلے کے لیے ۲۰ فیصدی کم۔ اسی طرح اُس فرش تک جہاں کمی ۵۰ فیصد ہو۔ اس سے نیچے کے فرشوں کے لیے یہی کمی یعنی ۵۰ فیصدی لی جائے۔ (اکثر کارخانوں میں جہاں بھاری مشینیں ہوں مناسب ہوتا ہے کہ کوئی کمی نہ کی جائے)۔

شہتیر

۲۔ فصل

اِن کو حسب ذیل طور پر لیا جائے:۔

شہتیروں میں مسندوں کے مرکز سے مرکز تک کا فاصلہ، سِروں پر سہاری ہوئی سِلوں میں خالص فصل + سِل کی موٹائی، مسلسل سِلوں میں شہتیروں کے مرکز سے مرکز تک کا فاصلہ۔

۳۔ خماؤ کے معیار

خماؤ کے معیار معمولی سکونیاتی اصولوں سے محسوب کیے جائیں اور شہتیروں اور سِلوں کو اِن معیاروں کی مزاحمت کے لیے تجویز اور محکم کیا جائے۔ ایسے شہتیروں اور سِلوں میں جو مسلسل ہوں یا سِروں پر ثابت ہوں یہ فرض کرنا کافی طور پر صحیح ہے کہ تراش کا معیارِ جمود مستقل ہے۔

اگر ایسے شہتیروں اور سلوں میں جو تین یا زیادہ مساوی فصلوں پر مسلسل ہوں اور یکساں بوجھ کے تحت ہوں اعظم خماؤ کا معیار صحیح صحیح حساب سے نہ نکل سکے تو کسی فصل کے مرکز پر خماؤ کا معیار $+\frac{و ل^2}{12}$ سے اور درمیانی سہاروں پر $-\frac{و ل^2}{12}$ سے کم نہ لینا چاہیے۔

اگر فصل غیر مساوی ہوں، یا شہتیر اور سل صرف دو فصلوں پر مسلسل ہوں یا بوجھ کی تقسیم یکساں نہ ہو تو زیادہ صحیح حساب کی ضرورت ہے۔

اگر خماؤ کے معیار مسلسل شہتیروں کے معمولی نظریے سے محسوب کیے جائیں تو یاد رکھنا چاہیے کہ اس نظریے میں سہارے ایک سطح میں فرض کیے گئے ہیں اور اگر یہ حقیقت نہ ہو یا سہارے بیٹھ کر اس سطح سے باہر ہو جائیں تو خماؤ کے معیار بدل جائینگے۔

۴۔ زور

متجانس شہتیر کی طرح اندرونی زور حسب ذیل مفروضات پر معلوم کیے جاتے ہیں:—

(ا) پتھر یا بجری کے ایسے کنکریٹ کا فشاری لچک کا مقیاس جو ١ : ٢ : ۴ سے کمزور نہ ہو مستقل سمجھا جاتا ہے اور فولاد کے لچک کے مقیاس کا $\frac{1}{15}$ لیا جاتا ہے۔

$$\text{کنکریٹ کا مقیاس} = ع_{ک} = 2 \times 10^6 \text{ پونڈ فی مربع انچ}$$

$$\text{فولاد '' ''} = ع_{ف} = 30 \times 10^6 \text{ '' ''}$$

$$\frac{ع_{ف}}{ع_{ک}} = 15$$

اس سے نتیجہ نکلتا ہے کہ تعدیلی محور سے کسی فاصلے پر فولاد کے زور کی حدت کنکریٹ کے زور کی حدت کی ١۵ گنی ہوگی۔

(ب) کنکریٹ کی تنشی مزاحمت نظر انداز کی جاتی ہے اور فرض کیا جاتا ہے کہ

فولادی اِحکام سارا تناؤ برداشت کرتا ہے۔

(ج) فولادی اِحکام میں کسی تراشِش پر زور یکساں مانا جاتا ہے اور کنکریٹ میں ہموار طور پر متغیر۔ اگر فولادی رقبہ خاصا ہو تو اس میں بھی زور کے تغیر کا لحاظ کرنا پڑیگا۔

۵۔ عملی زور

اگر کنکریٹ ایسے وصف کا ہو کہ دفعہ ۱۲ کے مطابق امتحانی مکعبوں سے اس کی کچلی مضبوطی ۲۸ دن کے بعد ۱۸۰۰ پونڈ فی مربع انچ پائی جائے اور اگر فولاد کی تنشی مضبوطی ۶۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے کم نہ ہو تو ذیل کے زور جائز رکھے جا سکتے ہیں:۔

کنکریٹ ، خاؤ کے تحت شہتیروں میں فشار	۶۰۰ پونڈ فی مربع انچ
کنکریٹ ، ستونوں میں سادہ فشار	۶۰۰ " "
کنکریٹ ، شہتیروں میں جزّ	۶۰ " "
چپک یا کنکریٹ اور فولاد کی باہمی گرفت	۱۰۰ پونڈ " "
فولاد تناؤ میں	۱۶۰۰۰ "
فولاد فشار میں	اطراف کے کنکریٹ کا ۱۵ گنا زور
فولاد جزّ میں	۱۲۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ

نوٹ:۔ مناسب یہ ہے کہ اِحکامی سلاخیں اس طرح تجویز کی جائیں کہ چپک، دھات، اور کنکریٹ کے درمیان کے جزّ کی مزاحمت کر سکے۔ سلاخوں کے سروں کو چیر کر یا موڑ کر یا کسی اَور طرح سے کنکریٹ میں پھیلنے کے خلاف مزید محافظت حاصل کی جائے۔

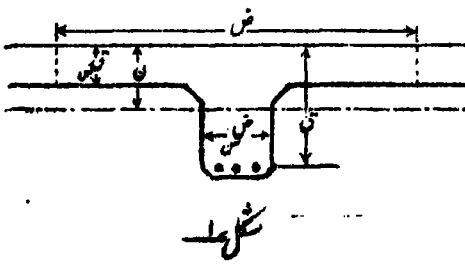
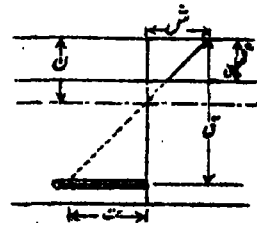
اگر کنکریٹ کے تناسب اوپر بیان کیے ہوئے تناسب سے مختلف ہوں تو کنکریٹ میں فشار کا جائز زور ۲۸ دن کے امتحان سے حاصل شدہ مضبوطی کا $\frac{1}{3}$ لیا جائے۔

اگر فولاد زیادہ مضبوط لیا گیا ہو تو جائز تنشی زور نقطۂ مغلوبیت کا نصف لیا جا سکتا ہے لیکن کسی صورت میں جائز زور ۲۰۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔

اکہرے اِحکام کے شہتیر

ان کو تین قسموں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے :-
(ا) T شہتیر جن میں تعدیلی محور سل سے باہر ہو۔
(ب) T شہتیر جن میں تعدیلی محور سل کے اندر ہو۔
(ج) مستطیلی شہتیر۔
(ا) کی مساواتیں عام ہیں جن سے (ب) اور (ج) کی مساواتیں اخذ کی جاسکتی ہیں۔

تمام شہتیروں کے حسابات میں جس رقبے سے تنشی اِحکام کا فیصد لیا جاتا ہے وہ ایک مستطیل سمجھا جاتا ہے جس کا عرض شہتیر کا اعظم عرض اور گہرائی شہتیر کی اعظم موثر گہرائی ہو۔

تجویز کرنے میں ایسے شہتیروں کو جن کی پسلی سل کے ساتھ یک لخت ہو T شہتیر سمجھا جاسکتا ہے۔ پہلے سل کو محسوب اور تجویز کیا جائے اور اس کی اِحکامی سلاخیں پسلی پر علی القوائم رکھی جائیں۔ پوری سل کو عام طور پہ T شہتیر کی بالائی کور نہیں سمجھا جاسکتا۔ بالائی کور کے عرض ض کو فصل کے $\frac{1}{3}$ سے، یا اِحکامی پسلیوں کے مرکز بہ مرکز فاصلے کے $\frac{3}{4}$ سے، یا سل کی موٹائی کے ۱۵ گنے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔ پسلی کا عرض ضَ کور کے عرض ض کے $\frac{1}{4}$ سے کم نہ ہونا چاہیے۔

شکل ۱ شکل ۲

(ل) T تراش کے شہتیر، تقدیلی محور سل کے باہر۔

اس صورت میں پسلی کے اندر جو تھوڑا سا فشار سل اور تقدیلی محور کے درمیان ہے اس کو نظر انداز کر دیجئے۔ متجانس شہتیر میں زور تقدیلی محور سے فاصلے کے متناسب ہونگے۔ غیر متجانس شہتیر میں جیسے کنکریٹ اور فولاد کا۔ ہے فولاد کی بڑھی ہوئی استواری کی وجہ سے تقدیلی محور سے کسی فاصلے پر فولاد کا زور کنکریٹ کا ’م‘ گنا ہوگا۔ اس طرح

$$\frac{\text{م ش}}{\text{ت}} = \frac{\bar{\text{ن}}\ \text{ق}}{\text{ق}(\text{۱}-\bar{\text{ن}})} = \frac{\bar{\text{ن}}}{\text{۱}-\bar{\text{ن}}}$$

یا

$$\frac{\text{ش}}{\text{ت}} = \frac{\bar{\text{ن}}}{\text{م}(\text{۱}-\bar{\text{ن}})}$$

کور کے اندر اوسط فشاری زور

$$= \tfrac{1}{2}\ \text{ش} + \text{ش}\left(\frac{\text{ن} - \text{قس}}{\text{ن}}\right)$$

$$= \frac{\text{ش}}{\text{۲}} \cdot \frac{\text{۲ن} - \text{قس}}{\text{ن}}$$

$$= \text{ش}\left(\text{۱} - \frac{\bar{\text{س}}}{\text{۲}\bar{\text{ن}}}\right)$$

اور مجموعی فشار

$$= \text{ض ق} \cdot \frac{\text{ش}}{\text{۲}} \cdot \frac{\text{۲ن} - \text{قس}}{\text{ن}}$$

احکام کا رقبہ　　$\text{ا} = \text{س ض ق}$

اور مجموعی تناؤ

$$= \text{ت س ض ق}$$

مجموعی تناؤ اور مجموعی فشار کی مساوات سے

$$\text{ض ق} \cdot \frac{\text{ش}}{\text{۲}} \cdot \frac{\text{۲ن} - \text{قس}}{\text{ن}} = \text{ت س ض ق}$$

یعنی $\frac{ش}{ت} = \frac{۲ س ن}{(۲ ن - س) س}$

$\frac{ش}{ت}$ کی ان دونوں قیمتوں کی مساوات سے

$$\frac{ن}{م (۱ - ن)} = \frac{۲ س ن}{(۲ ن - س) س}$$

یعنی $ن = \frac{س^۲ + ۲ م س}{۲ (س + م س)}$

بیرمی بازو کی قیمت

$$= ق - \frac{ق س}{۳} \times \frac{۳ ن - ۲ ق س}{۲ ن - ق س}$$

$$= ق \left\{ ۱ - \frac{س}{۳} \left(\frac{۳ ن - ۲ س}{۲ ن - س} \right) \right\}$$

شہتیر کی فشاری مزاحمت کا معیار

$$ن_{ش} = ش ص ق^۲ \frac{س^۳ + ۴ م س س^۲ - ۱۲ م س س + ۱۲ م س}{۶ (س^۲ + ۲ م س)}$$

تنشی مزاحمت کا معیار

$$ن_{ت} = ت ص ق^۲ \frac{س^۳ + ۴ م س س^۲ - ۱۲ م س س + ۱۲ م س}{۶ م (۲ - س)}$$

کنکریٹ اور فولاد کے زوروں کو علی الترتیب ش اور ت ہونے کے لیے ضروری

ہے کہ س کی قیمت

$$\frac{۲ م ش س^۲ - م ش س^۲ - ت س^۲}{۲ م ت}$$

ہو۔ اگر س اِس سے زیادہ ہو تو مزاحمت کے معیار کی تعیین میں نشٗ کی مساوات سے کام لیا جائے۔ اور اگر س اِس سے کم ہو تو نتٗ کی مساوات استعمال کی جائے۔

ذیل کی مساوات سے س کی وہ قیمت حاصل ہوگی جس کے لیے تعدیلی محور سل کے نچلے پہلو پر واقع ہوگا۔۔۔

$$\text{س} = \frac{\text{سَ}^2}{\text{۲ م} (\text{۱} - \text{سَ})}$$

(ب) تعدیلی محور سِل کے اندر یا نچلے پہلو پر ہو تو یہ (ا) ہی کی ایک صورت ہوئی اور نَ، نشٗ، نتٗ کی قیمتیں حسب ذیل ہوجاتی ہیں:۔۔۔

$$\text{نَ} = \sqrt{\text{م}^2\,\text{س}^2 + \text{۲ م س}} - \text{م س}$$

$$\text{نشٗ} = \frac{\text{شٗ ضٗ قٗ نَ}}{\text{۲}}\left(\text{۱} - \frac{\text{نَ}}{\text{۳}}\right)$$

$$\text{نتٗ} = \text{ت س ض قٗ}\left(\text{۱} + \frac{\text{نَ}}{\text{۳}}\right)$$

کنکریٹ اور فولاد میں زور علی الترتیب شٗ اور ت ہونے کے لیے ضروری ہے کہ

$$\text{س} = \frac{\text{م شٗ}^2}{\text{۲ت} (\text{م شٗ} + \text{ت})}$$

(ج) مستطیلی شہتیر بھی T کی ایک خاص قسم ہونگے۔ اور (ب) کی مساواتیں ان کے لیے درست ہونگی۔

اِحکام کی نسبت کسی اَور موزوں طریقے سے بھی معلوم کی جاسکتی ہے بشرطیکہ ضابطوں میں مناسب ترمیم کرلی جائے۔

سلیں دو سے زیادہ ضلعوں پر سہاری ہوی یا ثابت

چاروں کناروں پر سہاری ہوئی یا ثابت سلوں کے متعلق کوئی تشفی بخش نظریہ یا قابلِ اعتماد تجربات نظر نہیں آتے (دیکھو ضمیمہ جات جن میں سلوں کی مضبوطی کے متعلق چند قواعد دیے گئے ہیں)۔

جزی اِحکام

یہ ہمیشہ مناسب ہے کہ محکم کنکریٹ کے شہتیروں میں جزی اور وتری تناؤ کی مزاحمت کے لیے احکام مہیا کیا جائے۔ وتری تناؤ کے زور انتصابی اور اُفقی جزّ پر اور طولی تناؤ پر منحصر ہوتے ہیں۔ چونکہ کنکریٹ میں کسی دیے ہوئے نقطے پر طولی تناؤ بہت غیر معین ہے اس لیے وتری تناؤ کی مقدار اور سمت کی ٹھیک ٹھیک تعیین نہیں ہو سکتی۔

دستور یہ ہے کہ صرف انتصابی اور اُفقی جزّ کے لحاظ سے اِحکام مہیا کیا جائے۔

جزّ کی مطلوبہ مزاحمت کے لیے ذیل کی مساواتیں استعمال کی جا سکتی ہیں:۔

اگر کسی انتصابی تراش پر مجموعی جزّ ج (پونڈ) ۶۰ ض ب سے زیادہ نہ ہو تو جزی اِحکام کی ضرورت نہیں۔

ضمیمے میں ج گ کی قیمت $\frac{م ت}{ب}$ بتائی گئی ہے۔

اگر ج اس سے (یعنی ۶۰ ض ب سے) زیادہ ہو تو انتصابی جزی ارکان زیادتی کو برداشت کرنے کے لیے مہیا کیے جائیں اور ان کا تناسب حسب ذیل قاعدے سے ہو:۔

$$ج - ۶۰ ض ب = \frac{ا_ج \times ج_ف \times ب}{گ}$$

$$\text{یعنی} \quad ا_ج = \frac{(ج - ۶۰ ض ب) گ}{ب \ ج_ف}$$

جہاں $ج_ف$ فولاد کی جزی مزاحمت کی حدت ہے گ انتصابی جزی ارکان یا ارکان کے گروہوں کی گھائی یا باہمی فاصلہ ہے اور ایک رکن یا گروہ کا رقبہ $ا_ج$ ہے۔

T شہتیروں کی صورت میں ض کی بجائے ض۱ رکھنا ہوگا۔

اہم صورتوں میں جہاں زائد محافظت کی ضرورت ہو، کنکریٹ کی جزی مزاحمت ۶۰ ض ب، کو حذف کر دیا جاتا ہے۔

اگر جزی ارکان اُفق سے تقریباً ۴۵ کے زاویے پر ہوں تو اج کو نسبت $\frac{1}{\sqrt{2}}$ میں گھٹا دیا جائے۔

یہ مساواتیں کسی قدر غیر یقینی مفروضات کی بنا پر ہونے کے باوجود، معقول نتائج دیتی ہیں۔ لیکن تجربے سے معلوم ہوتا ہے کہ :-

(و) عام طور پر فرش کی سلوں میں کسی خاص جزی اِحکام کی ضرورت نہیں اور یہ کہ متباول سلاخوں کو سروں پر موڑ دینا کافی ہے۔

(ب) شہتیروں میں، خاص کر T شہتیروں میں، جزی اِحکام کی گھائی شہتیر کی گہرائی سے زیادہ نہ ہو۔

(ج) مناسب ہے کہ سہاروں کے قریب تنشی اِحکام کی ایک یا زیادہ سلاخوں کو موڑ دیا جائے۔ اگر تقریباً ۴۵ کے زاویے پر موڑی جائیں تو اس کے اثر کو اوپر کے قاعدے کے مطابق ملحوظ رکھا جا سکتا ہے۔ افق سے زاویہ چھوٹا بنایں تو اثر بہت غیر معین ہوتا ہے۔

(د) چونکہ جزی ارکان کی کھنچاؤ کی مزاحمت چپک پر اور سروں کی تثبیت پر منحصر ہے اس لیے مناسب ہے کہ سلاخیں چھوٹے قطر کی استعمال کی جائیں اور رکابوں کو دونوں سروں پر لنگردار بنایا جائے۔ بہرصورت رکابیں فشار کے مرکز سے خوب آگے تک لے جائی جائیں۔

ستون اور راست دباؤ کے ارکان

تعریفات

طول جانبی سہاروں کے درمیان کا فاصلہ ہے (معمولی بریکٹ بندی نظر انداز کردی جائے)۔

کسی ستون کے موثر قطر سے اقل عرض مراد ہے اور یہ میں یا باہر کے انتصابی اِحکام کے بیرونی پہلو تک ناپا جائے۔

موثر رقبہ ۔۔ میں یا باہر کے جانبی اِحکام سے گھرا ہوا رقبہ ہے اور یہ میں یا باہر کے انتصابی اِحکام کے بیرونی پہلو تک ناپا جائے۔

ستونوں کا لداؤ اور طول

اگر بوجھ ٹھیک محوری ہو تو زور ہر تراش پر یکساں ہوگا۔
جانبی خماؤ کا اندیشہ نہیں بشرطیکہ:۔
(ا) طول اور اقل بیرونی قطر کی نسبت ۱۸ سے زیادہ نہ ہو۔
(ب) کنکریٹ پر زور، دیے ہوئے ستون کے جائز عملی زور سے زیادہ نہ ہو۔
(ج) بوجھ مرکزی ہو۔
(د) ستون چوٹی اور قاعدے پر جانباً سہارا ہوا ہو۔

تعمیر

جانبی اِحکام ٹھیک طور پر لگایا گیا ہو تو کنکریٹ کا جانبی پھیلاؤ اور ستون کا اچانک پھٹ جانا رُک جاتا ہے اور اس طرح انتہائی مضبوطی اور اچانک ناکارگی کی مخالفت بڑھ جاتی ہے۔
عملی لحاظ سے طولی سلاخوں کی ضرورت ہوتی ہے اور فولاد کا ایک لفاف جال بنانا پڑتا ہے۔
انتصابی اِحکام کا مجموعی تراشی رقبہ حلقہ شدہ قلب کے رقبے کے ۰٫۸ فیصدی سے کم نہ ہونا چاہیے۔
اگر جانبی اِحکام منحنی ہو تو انتصابی سلاخیں کم از کم چھ ہوں، اور ستون مربع ہو اور عرضی اِحکام مستقیم ہو تو انتصابی سلاخیں چار ہوں۔
مستطیلی ستونوں میں جن میں بڑے اور چھوٹے عرض کی (جو انتصابی سلاخوں کے بیرونی رُخ تک ناپا جائے) نسبت ۳/۲ سے زیادہ ہو ستونوں کی تراش کو آڑے بندھنوں سے تقسیم کر دینا چاہیے۔ اور انتصابی سلاخوں کی تعداد ایسی ہو کہ مستطیل کے بڑے ضلع میں انتصابی سلاخوں کے درمیان فاصلہ چھوٹے ضلع میں کی انتصابی سلاخوں کے درمیانی فاصلے سے زیادہ نہ ہو۔
جانبی اِحکام کا سب میں زیادہ مستعد استعمال نیہ ہوگا کہ استوانی مرغولے کی

شکل میں لگایا جائے اور چھلوں کے درمیان فاصلہ یعنی گھائی اتنی چھوٹی ہو کہ کنکریٹ کے جانبی پھیلاؤ کی مزاحمت کرسکے۔

جوڑدار مدوّر حلقے جو عام طور پر بنائے جاتے ہیں اتنے مستعد نہیں ہوتے۔ مستقیم بندھن ایک شدید زور کے قلب جانبی یا نیم قطری پھیلاؤ کی مزاحمت کے لیے اور بھی کم موزوں ہیں۔

منحنی جانبی اِحکام کا حجم حلقہ شدہ قلب کے حجم کے ۵ء فیصدی سے ہرگز کم نہ ہونا چاہیے۔

مستقیم جانبی اِحکام کا قطر $\frac{3}{16}$ سے کم نہ ہونا چاہیے۔

مضبوطی

ستونوں کے حلقہ دار ہونے سے مضبوطی کا اضافہ حسب ذیل باتوں پر منحصر ہے۔

۱۔ حلقہ کی شکل (یعنی منحنی یا مستقیم، وغیرہ)
۲۔ حلقوں کی گھائی
۳۔ حلقوں کی مقدار ’س‘ بہ اضافت ستون کے قلب کے کنکریٹ کی مقدار کے
۴۔ کنکریٹ کا وصف

ہم دکھا سکتے ہیں کہ مضبوطی کا اضافہ چار اجزا کا حاصل ضرب ہے (ی × ک × ص × س) جہاں

ی = سادہ کنکریٹ کا انتہائی فشاری زور

ک = ایک شکلی جزوِ ضربی یا مستقل جو حلقوں کی شکل پر منحصر ہے۔

ص = فصل جزوِ ضربی یا مستقل جو جانبی اِحکام کی گھائی پر منحصر ہے۔

$ح_ج$ = حلقہ دار اِحکام کا حجم (مکعب انچ)۔

ح = حلقہ شدہ قلب کا حجم (مکعب انچ)۔

س = $\frac{ح_ج}{ح}$ = حجموں کی نسبت یعنی مرغولی یا افقی اِحکام کے حجم کی نسبت حلقہ دار قلب کے حجم سے۔

حلقہ سے باہر کے کنکریٹ کا انتہائی فشاری زور = ی

اور حلقہ کاری کی وجہ سے مضبوطی کا اضافہ = ی ک ص س

اِس طرح حلقہ شدہ سالے کی مجموعی مزاحمت فی اکائی رقبہ :-

= ی + ی ک ص س

= ی (۱ + ک ص س)

فرض کرو کہ شو = غیر حلقہ شدہ کنکریٹ کے ایک منشور کا عملی فشاری زور

= قع ی

قع = عملی قدر = شو / ی

تب حلقہ شدہ قلب پر بے خطر فشاری زور = ش جہاں

ش = قع ی (۱ + ک ص س)

= شو (۱ + ک ص س)

ک، ص اور ک × ص کی قیمتیں ذیل کی جدول میں دی جاتی ہیں :-

جانبی اِحکام کی شکل	شکلی جزوِ ضربی ک	لگاتار حلقہ شدہ قلب کے قطری رقوم میں	فصلی جزوِ ضربی ص	ک × ص کی قیمت
مرغولی	۱	۲ ر ق	۳۲	۳۲
"	۱	۳ ر ق	۲۴	۲۴
"	۱	۴ ر ق	۱۶	۱۶
مدوّر حلقے	۷۵ ر	۲ ر ق	۳۲	۲۴
"	۷۵ ر	۳ ر ق	۲۴	۱۸
"	۷۵ ر	۴ ر ق	۱۶	۱۲
مستقیم	۵ ر	۲ ر ق	۳۲	۱۶
"	۵ ر	۳ ر ق	۲۴	۱۲
"	۵ ر	۴ ر ق	۱۶	۸
"	۵ ر	۵ ر ق	۸	۴
"	۵ ر	۶ ر ق	۰	۰

فرض کرو کہ گ = گہرائی (انچوں میں)
ق = حلقہ شدہ قلب کا موثر قطر (انچوں میں)۔
گ اگر ۲ و ق سے کم ہو تو بھی فصلی جزو ضربی ص کو ۳۲ سے زیادہ نہیں لینا چاہیے۔ ص کی درمیانی قیمتیں ذیل کے ضابطے سے حاصل کی جاسکتی ہیں

ص = ۴۸ ـ ۸۰ $\frac{گ}{ق}$

اوپر کی جدول سے نظر آئیگا کہ گہرائی کے بڑھنے سے اِحکام کے حجم یا س کی قیمت کے بلالحاظ حلقہ بندی کا فائدہ گھٹ جاتا ہے۔
حلقہ شدہ قلب کا بے خطر زور معلوم کرنے کے لیے قع اور ی معلوم کرنا ضروری ہے۔ اس کے لیے جدول نیچے دی جاتی ہے ۔
حلقہ شدہ قلب کے کنکریٹ کا عملی فشاری زور حاصل ہوجائے تو اعظم دباؤ یا بوجھ جو جائز رکھا جاسکتا ہے حسب ذیل ہوگا:-

د = ش { ا + (م-۱) ا و }

جہاں ا = ستون کا موثر رقبہ

م = $\frac{ع_ف}{ع_ک}$ = مقیاسی نسبت

ا و = انتصابی اِحکام کا رقبہ

د = ستون پر مجموعی بے خطر دباؤ

عملی زور

۹۰ ون کے بعد تمام ستونوں کے لیے قدرِ سلامتی = ۴ کی سفارش کی جاتی ہے
اگر عمدہ مسالے استعمال کیے گئے ہوں تو عملی زوروں کے لیے ذیل کی جدول موزوں ہے اور اس کی [illegible] س مفروضے پر ہے کہ امتحانی مکعبوں کی مضبوطی

مختلف مدتوں پر جدول کی دی ہوئی مضبوطی سے کم نہیں۔

جدول ی، ش٫ کی قیمتوں کے لیے

کنکریٹ کے تناسب بلحاظ حجم	۳½ مکعب فٹ ریت اور ۷ مکعب فٹ بٹے کے لیے سیمنٹ کا وزن (پونڈ)	۲۸ دن کے بعد ی" کی قیمت (پونڈ فی مربع انچ)	۹۰ دن کے بعد ی" کی قیمت (پونڈ فی مربع انچ)	۹۰ دن کے بعد ش٫" کی قیمت پونڈ فی مربع انچ (قدرِ سلامتی = ۴) عملی جزوِ ضربی = ⅛
۱ : ۲ : ۴	۶۱۰	۱۸۰۰	۲۴۰۰	۶۰۰
۱ : ۱½ : ۳	۸۱۰	۲۱۰۰	۲۸۰۰	۷۰۰
۱ : ۱ : ۲	۱۲۲۰	۲۷۰۰	۳۶۰۰	۹۰۰

یہ فرض کیا گیا ہے کہ کنکریٹ کی مضبوطی کے امتحان اُسی ترکیب کے بے دھمس مکعبوں پر کیے گئے ہیں جو کہ حقیقی کام میں استعمال ہو۔

کمیٹی کی سابقہ رپورٹ میں ۲۴۰۰ پونڈ فی مربع انچ کی جو انتہادی گئی تھی اس کو اس مفروضے پر اختیار کیا گیا تھا کہ مکعبوں کو آہنی دھمسوں کے ذریعے معمولی حالات میں دھمس کیا گیا ہے۔

ستونوں کے زور کی حد

ستونوں میں زور کے لیے ذیل کی حدود کا لحاظ رکھا جائے:-

(ا) دھاتی اِحکام میں زور (یعنی م ش کی قیمت) دھات کے نقطۂ مغلوبیت کے ۰٫۵ سے زیادہ نہ ہو۔

(ب) جانبی اِحکام کا فیصد کچھ ہی کیوں نہ ہو ستونوں کے کنکریٹ کا عملی زور (۰٫۲۴ + ۰٫۳۲ ک) ی سے زیادہ نہ ہو جہاں

ک = شکلی جزوِ ضربی

ی = سادہ کنکریٹ کا انتہائی فشاری زور

جانبی احکام کی شکل	شکلی جزو ضربی	(۴۳ء۲ + ۳۲ء ک) ی کی قیمت
مستقیم	۵ء	۰۵ء ی
الگ الگ مدور حلقے	۷۵ء	۸۵ء ی
مرغولی	۰۰ء۱	۶۶ء۹ ی

یہ حدود اختیار کی جائیں تو حلقہ دار ستون میں زور ہمیشہ "قابلِ برداشت حد" کے اندر رہیگا۔

خارج المرکز لدے ہوئے ستون

اگر ایک ستون جو ابتدا میں سیدھا ہو خارج المرکز لادا جائے مثلاً ایک شہتیر ستون کو لگے ہوئے بریکٹ پر ٹکا ہوا ہو تو اس ستون کو قاعدے پر ثابت اور لدے ہوئے سرے پر آزاد سمجھا جا سکتا ہے۔ یہ ستون بوجھ میں سے گزرنے والے مستوی کے اندر خم ہوگا اور چوٹی پر انحراف صہ ہوگا۔ فرض کرو کہ سیدھا ہونے کی حالت میں خروج المرکز خ ہے۔ تب ستون کے قاعدے پر خماؤ کا میعار و (صہ + خ) ہوگا۔ لیکن خ کے مقابلے میں صہ کم ہوگا اگر $\frac{ع\,جا^{۲}}{لع}$ کے مقابلے میں و کم ہو۔ اور کنکریٹ کے ستونوں کے حالات کا لحاظ کرتے ایسا ہونا اغلب ہے۔ ان حالات میں خماؤ کا میعار و خ لیا جا سکتا ہے اور قاعدے کو متجانس فرض کرتے ہوئے اُس کے کنارے پر انتہائی "ریشئے" کا زور تقریباً یہ ہوگا

$$ز = و \left(\frac{۱}{ا} \pm \frac{خ}{عل} \right)$$

جہاں ا ستون کی مجموعی تراش ہے اور ش تراش کا مقیاس ایسے محور کے گرد ہے جو تراش کے مرکزِ جاذبہ میں سے گزرتا ہے اور خماؤ کے مستوی پر علی القوائم ہے۔

غیر متجانس محکم ستونوں کی بحث میں آسانی اس میں ہوتی ہے کہ ستون کی حقیقی تراش کی بجائے "معادل تراش" رکھی جائے یعنی سادہ کنکریٹ کی ایسی تراش جو مزاحمت میں ستون کی حقیقی تراش کے مساوی ہو۔ اگر ستون کا موثر رقبہ احکام سمیت ا ہو اور انتصابی احکام کا رقبہ ا۱ ہو تو معادل تراش

اع = ا + (م-۱) ا۱

اگر تراش کی گہرائی خماؤ کے مستوی میں ق ہو تو تعدیلی محور کے حوالے سے معیار جمود کو یوں لکھ سکتے ہیں:-

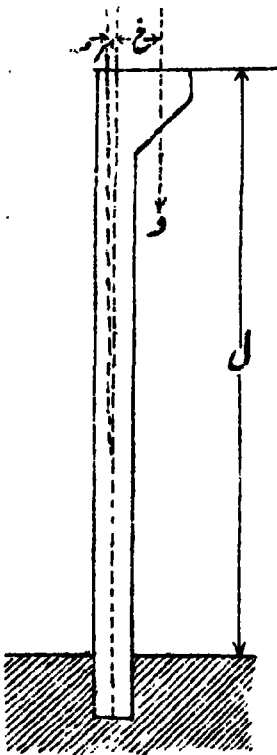
جد = ن ا ق

اور تراشی مقیاس کو لکھ سکتے ہیں

شم = ۲ ن ا ق

ستونوں میں مناسب ہے کہ تناؤ بالکل نہ ہو۔ اور عام طور پر جب کہ انتصابی بوجھ خاصا ہو تناؤ ہوتا بھی نہیں۔ اُن صورتوں سے جن میں خروج المرکز اتنا بڑا ہو کہ تناؤ پیدا ہو اس طرح بحث کی جا سکتی ہے کہ اِن کو شہتیر تصور کیا جائے بشرطیکہ فولاد سارا تناؤ برداشت کر رہا ہو۔ ذیل کی صورتوں میں یہ فرض کیا گیا ہے کہ تناؤ بالکل نہیں۔

صورت ۱—

مدوّر تراش کا ستون احکام تعدیلی محور کے گرد متشاکل اور متساوی الفصل —— فرض کرو کہ م مقیاسی نسبت ہے۔ ا موثر تراشی رقبہ مربع انچوں میں

ا = انتصابی اِحکام کا رقبہ مربع انچوں میں، ق ستون کا قطر، ف = انتصابی احکامی سلاخوں کے درمیان فاصلہ تعدیلی محور کے علی القوائم،

تب معادل تراش

$$ا_ع = ا + (م-۱) ا$$

اور تراشی مقیاس

$$ش_م = \frac{۱}{۶} ا ق + \frac{۱}{۲} (م-۱) ا \frac{ف^۲}{ق}$$

تراش کے کنارے پر کے زور کے لیے یہ مساوات ہوگی

$$ز = و \left(\frac{۱}{ا} \pm \frac{خ}{ش_م} \right)$$

جہاں خ بوجھ کا خروج المرکز انچوں میں ہے اور و بوجھ پونڈوں میں ہے۔ ز کی جو بڑی قیمت ہوگی وہ بے خطر زور سے زیادہ نہ ہونی چاہیے۔

صورت ۲ —

مستطیلی تراش کا ستون، اِحکام تعادلی محور کے گرد متشاکل اور متساوی الفصل،

گزشتہ صورت کی ترقیم کو جاری رکھتے ہوئے صرف اس فرق کے ساتھ کہ ق اب تراش کی گہرائی خماؤ کے ستوی میں ہے۔ تراشی مقیاس

$$ش_م = \frac{۱}{۶} ا ق + \frac{۱}{۲} (م-۱) ا \frac{ف^۲}{ق}$$

اور زور اسی مساوات سے حاصل ہونگے جو صورت ا میں دی گئی ہے۔

صورت ۳ —

مدور ستون، اِحکامی سلاخیں ایک دائرے میں ترتیب دی ہوئی۔

فرض کرو کہ اِحکامی سلاخوں کے دائرے کا قطر ط ہے، باقی ترقیم بدستور

تب تراشی مقیاس

$$ش_م = \frac{1}{2} ا ق + \frac{1}{2} (م-1) ل \frac{ف^2}{ق}$$

زور حسب دستور اُسی مساوات سے حاصل ہونگے۔

(ج) لمبے ستون محوراً لدے ہوئے

جن ستونوں کا طول قطر کے ۱۰ گنے سے زیادہ ہو اُن میں ستون کے بحیثیتِ مجموعی جانبی خمیاؤ کا خطرہ ہے۔ اِن ستونوں کی مضبوطی کے لیے بہترین طریقہ گارڈن[1] کا ضابطہ ہے۔ اگرچہ لمبے ستونوں کے کوئی ایسے تجربات موجود نہیں جن کے ذریعے کنکریٹ کے یا کنکریٹ اور فولاد کے ستونوں کے لیے مستقلوں کا تعین کیا جائے۔ لیکن غالباً کوئی بڑی غلطی نہ ہوگی اگر خمیاؤ کی رعایت سے بوجھ کو اِس نسبت میں کم کر دیا جائے جو گارڈن کے ضابطے سے قیاس کی جا سکتی ہے۔

معمولی ترقیم کے مطابق اور ق کو ستون کا اقل قطر اور ن کو مساوات جہ = ن ا ل میں ایک عددی مستقل سمجھتے ہوئے ایسے ستون کے لیے جو دونوں سروں پر سمت میں ثابت ہو گارڈن کا ضابطہ ہوگا

$$\frac{و}{ا ی} = \frac{1}{1 + \frac{ل^2}{س ن ق^2}} = \frac{1}{1 + س_ب}$$

جس سے معلوم ہوتا ہے کہ ستون پر جائز بوجھ چھوٹے ستون سے نسبت ۱ : ۱ + $س_ب$ میں کم ہو جاتا ہے۔ یا بالفاظِ دیگر ستون کو بے خطر رکھنے کے لیے اُس کو ایک چھوٹا ستون سمجھا جائے جس پر دباؤ و نہیں بلکہ (۱ + $س_ب$) و پڑنے والا ہو۔

محکم لمبے ستونوں کے لیے مستقل س تجربے سے دریافت نہیں کیا گیا ہے لیکن اُس کی اغلب قیمت یہ ہے:

$$س = \frac{۴ \pi^2 ع_ب}{ی}$$

جہاں ی انتہائی کچل زور ہے۔

[1] Gordon

ع کی قیمت ۲ × ۱۰^۶ اور ی = ۲۵۰۰ لینے سے

س = ۳۲۰۰۰

لمبے ستونوں کے قواعد کے غیر معین ہونے کا لحاظ کرتے حسابات میں صحت کا خیال بے سود ہے۔ ستونوں کی معمولی قسموں کے لیے ن کی قیمتیں اس رپورٹ کے ضمیمے نمبرہ میں دی گئی ہیں (جو اس کتاب میں درج نہیں کیا گیا)۔ اِن قیمتوں کو اختیار کرنے سے ۱ + س ن کی قیمتیں حسب ذیل ہونگی:—

۱ + س پ کی قیمتیں

ل / ق	صورت اول	صورت دوم	صورت سوم
	ن = ۰٫۹۸	ن = ۰٫۷۵	ن = ۰٫۶۴۶
۲۰	۱٫۱۳	۱٫۱۷	۱٫۱۹
۲۵	۱٫۲۰	۱٫۲۶	۱٫۳۰
۳۰	۱٫۲۹	۱٫۳۸	۱٫۴۴

ن کی مختلف قیمتوں کے لیے ۱ + س کی قیمتوں میں اتنا زیادہ اختلاف نہیں۔ بہر صورت ن کی قیمت بہ آسانی اِس رپورٹ کے ضمیمے میں بتائے ہوئے طریقے سے حاصل ہوسکتی ہے۔

اُن ستونوں کے لیے جو ایک سرے پر ثابت اور دوسرے سرے پر گول یا آزاد ہوں س کی بجائے ۲ س رکھنا چاہیے۔ اگر ستون دونوں سروں پر گول ہو تو س کی بجائے ۴ س رکھنا ہوگا۔

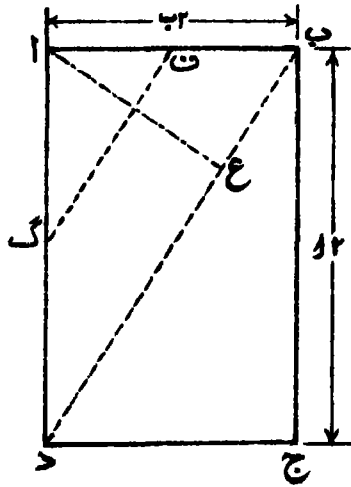
رپورٹ کا ضمیمہ نمبر ۷

باخ کا نظریہ:—

Bach باخ

ان مسطح سلوں کی مزاحمت کے متعلق جو تمام کناروں پر سہاری ہوئی ہوں اور یکساں لدی ہوں۔

(از ڈبلیو ۔سی ۔ اَنوِن[1])

پروفیسر باخ کے تجربات سے معلوم ہوتا ہے کہ مربع مسطح سل جو ہر طرف سہاری ہوئی ہو وتر پر شکست ہوتی ہے اور اس طرح معلوم ہوتا ہے کہ اعظم زور وتری تراش پر ہوتا ہے غالباً مستطیلی سلوں میں بھی ایسا ہی ہوگا اگرچہ اس کے متعلق شہادت اتنی واضح نہیں۔ لیکن اگر وتری شکستگی تسلیم کر لی جائے تو ایک بہت سادہ نظریے سے زور حاصل ہو جاتا ہے۔

فرض کرو کہ شکل ایک مستطیلی سل کو تعبیر کرتی ہے جس کے اضلاع ۲ ا، ۲ ب انچ ہیں۔ فرض کرو کہ وتر ب د = د، اور سل کی موٹائی = ہ انچ، ب د پر عمود ا ع کھینچو اور فرض کرو کہ ا ع = ج انچ۔ متصل اضلاع کا منصف ف گ کھینچو۔ تب ف گ سے ا ع کی بھی تنصیف ہوگی۔ فرض کرو کہ سل پر مجموعی بوجھ د پونڈ ہے۔

---

[1] W'C'Unwin

وتری تراش ب د کے بائیں طرف قوتیں ہیں $\frac{1}{2}$ و جو ب د سے فاصلہ $\frac{1}{2}$ ج پر عمل کرتی ہے اور سہارنے والی قوتیں جو گ اور ف پر عمل کرتی ہیں اور جن کا حاصل $\frac{1}{2}$ و ہے جو ب د سے فاصلہ $\frac{1}{3}$ ج پر عمل کرتا ہے۔

چونکہ

$$\text{ج}\,\text{د} = ۴\,\text{ا}\,\text{ب}$$

اور

$$\text{د} = ۲\sqrt{\text{ا}^2 + \text{ب}^2}$$

$$\therefore \quad \text{ج} = \frac{۲\,\text{ا}\,\text{ب}}{\sqrt{\text{ا}^2 + \text{ب}^2}}$$

وتری تراش ب د پر خماؤ کا معیار

$$= \frac{\text{و}}{۲}\left(\frac{\text{ج}}{۲} - \frac{\text{ج}}{۳}\right) = \frac{\text{و}\,\text{ج}}{۱۲} = \frac{\text{و}\,\text{ا}\,\text{ب}}{۶\sqrt{\text{ا}^2 + \text{ب}^2}}$$

تنشی یا فشاری زور کی حدت

$$\text{ز} = \frac{۶\,\text{م}}{\text{د}\,\text{ہ}^2} = \frac{\text{و}\,\text{ا}\,\text{ب}}{۲\,\text{ہ}^2(\text{ا}^2 + \text{ب}^2)}$$

اس کو یوں لکھ سکتے ہیں:

$$\text{ز} = \frac{\text{و}}{\text{ہ}^2}\;\frac{\frac{\text{ا}}{\text{ب}}}{۲\left(1 + \frac{\text{ا}^2}{\text{ب}^2}\right)}$$

$\frac{\text{ا}}{\text{ب}} =$	$\text{ز} =$
۱	$٫۲۵\,\frac{\text{و}}{\text{ہ}^2}$
۱٫۵	$٫۲۳\,\frac{\text{و}}{\text{ہ}^2}$
۲	$٫۲۰\,\frac{\text{و}}{\text{ہ}^2}$

اگر سلوں کے حساب میں باخ کا ضابطہ اختیار کیا جائے تو احکامی سلاخیں

مستطیل کے وتر کے علی القوائم ہونی چاہییں۔

ضمیمہ نمبر ۸

سب طرف سے سہاری ہوئی اور یکساں لداؤ کی چپٹی مستطیلی سلوں کے لیے مختلف قاعدوں کا مقابلہ (از ولیم ڈن[1])

پروفیسر گریشاف[2] اور پروفیسر رینکن[3] کے نظریوں میں یہ مفروضہ ہے کہ خماؤ کا اعظم زور سل کے مرکز پر ہے، جہاں کہ دو صدر زور ایسے مستویوں پر ہیں جو ایک دوسرے پر علی القوائم ہیں اور سل کے محاور اعظم اور اصغر پر منطبق ہیں۔

محور اعظم کے مستوی پر زور (جو دونوں صدر زوروں میں بڑا زور ہے) ذیل کے آسان طریقے سے معلوم ہو سکتا ہے:۔

فرض کرو کہ سل کا طول = ل
عرض = ض
} جہاں ل ≥ ض

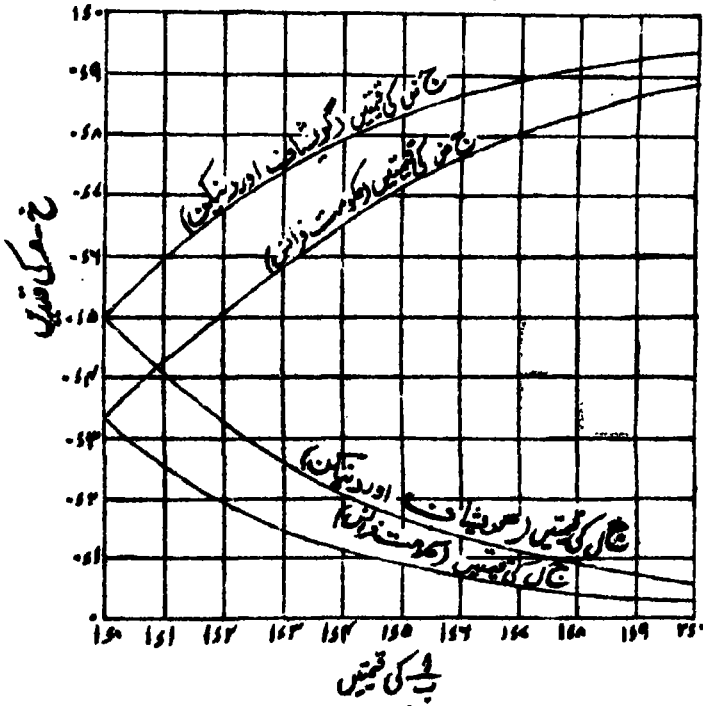
اب طول کے سروں کے سہاروں کو نظر انداز کر کے سل کو ایک شہتیر سمجھو جس کا فصل ض ہے۔ اور جو صرف بازوؤں پر سہارا ہوا یا ثابت ہے۔ اس طرح جو خماؤ کا معیار حاصل ہو اُس کو نظر انداز کیے ہوئے سہاروں کے اثر کی رعایت سے ذیل کی جدول کے جزو ضربی ج ض سے ضرب دو تو سل کے بڑے محور پر حقیقی خماؤ کا معیار حاصل ہوگا۔

$\frac{ل}{ض}$ =	گریشاف اور رینکن کا قاعدہ		حکومت فرانس	
	$ج_ض = \frac{ل^4}{ل^4 + ض^4}$	$ج_ل = \frac{ض^4}{ل^4 + ض^4}$	$ج_ض = \frac{1}{1 + \frac{2ض^4}{ل^4}}$	$ج_ل = \frac{1}{1 + \frac{2ل^4}{ض^4}}$
۱٫۰	٫۵۰	٫۵۰	٫۳۳	٫۳۳
۱٫۵	٫۸۳	٫۱۶	٫۷۱	٫۰۹
۲٫۰	٫۹۴	٫۰۵	٫۸۹	٫۰۳

[1] William Dunn [2] Grashof [3] Rankine

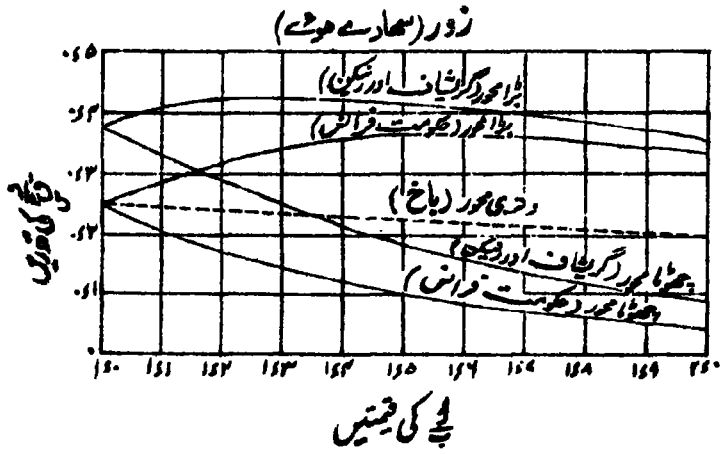
بڑے محور پر خماؤ کا معیار ھ حاصل ہو جائے تو اُس سے زور حسب معمول معلوم کیا جا سکتا ہے۔

اِسی طرح محور اصغر پہ زور معلوم کرنے کے لیے سِل کو ایک شہتیر سمجھو جس کا فصل ل ہے (بازو کے سہاروں کو نظر انداز کر دو)۔ اِس طرح جو خماؤ کا معیار حاصل ہو اُسے جدول کے جزوِ ضربی جؔ سے ضرب دو تو سِل کے محور اصغر پر حقیقی خماؤ کا معیار حاصل ہوگا۔

اِس خماؤ کے معیار سے حسب معمول زور معلوم کیا جا سکتا ہے۔

جس استدلال کے ذریعے جؔ اور جؔ معلوم کیے جاتے ہیں وہ بالکلیہ تشفی بخش نہیں اور دوسرے مصنفین دوسری قیمتیں دیتے ہیں۔ فرانسیسی حکومت نے

نے قواعد میں جو جزو ضربی اختیار کیے ہیں اُن میں تیسرے اور چوتھے سہارے کے اثرات
بہت اہمیت دی ہے۔

اگر سِل چاروں طرف سہاری ہوئی ہو ثابت نہ ہو تو زور ذیل کی جدول سے
مل ہوگئے جہاں و سل پر مجموعی بوجھ ہے، ق ل سل کی گہرائی ہے اور ز اعظم زور
و کی وجہ سے ہے۔

اعظم زور

ل/ض	گوشاف اور رنکن کی رُو سے		فرانسیسی حکومت کی رُو سے	
	بڑا محور	چھوٹا محور	بڑا محور	چھوٹا محور
۱٫۰	٫۳۶۵ و/قں	٫۳۶۵ و/قں	٫۲۵۰ و/قں	٫۲۵۰ و/قں
۱٫۵	٫۴۱۶ و/قں	٫۱۸۳ و/قں	٫۳۶۱ و/قں	٫۱۰۱ و/قں
۲٫۰	٫۳۵۲ و/قں	٫۰۸۸ و/قں	٫۳۳۳ و/قں	٫۰۴۵ و/قں

نتائج کے مقابلہ کے لیے اوپر ایک نقشہ بھی دیا گیا ہے جس سے زیادہ آسانی سے مقابلہ ہو سکتا ہے۔

اوپر یہ بات بغیر بیان کیے فرض کرلی گئی ہے کہ خاؤ کی مزاحمت دونوں سمتوں میں ایک ہی ہے۔اس طرح یہ ضروری ہے کہ طولی اور قاطع اِحکام مساوی رقبے کے ہوں اور فشاری رُخ سے مساوی فاصلے پر ہوں۔اِحکامی سلاخیں سروں اور بازوؤں کے متوازی ہونی چاہییں۔

نقشے میں جانچ کے ضابطے سے حاصل ہونے والے زور بھی ترسیم کردیے گئے ہیں۔

تمت

اشاریہ

محکم کنکریٹ کی تجویز

جلد اول

نوٹ:۔ صفحات جو قوسین میں ہیں وہ آر۔ آئی۔ بی۔ اے کی رپورٹ ۱۹۱۱ء کی سفارشات کو تعبیر کرتے ہیں۔

مضامین	صفحات

مضامین	صفحات
بوجھ کے خروج المرکز ستونوں پر	۱۱۸، ۱۱۹

پ

مضامین	صفحات

ت

مضامین	صفحات

مضامین	صفحات
خمیدہ شہتیر	۲۳۰
د	
داسے	۲۳۴
دُودراہ کی کم ازکم موٹائی	۳۰۳
دُودکش	۳۱۰
دوہرا اِحکام	۴۸
ڈ	
ڈھال کی تعریف	۱۵۵
ڈھلواں سطحوں کے قالب	۳۰۶
ر	
رکابیں	۱۱۰، ۲۳۱، ۲۳۲، (۴۰۴)
رگڑ کی قدر	۱۰۶
ریت	۱۵
رینکن، پروفیسر	(۴۱۷)
رینکن، مٹی کے دباؤ پر	۲۷۴
ز	
زمین کے دباؤ کے لیے ضابطے اور قیمتیں	۲۷۵، ۲۸۱
زور، اندرونی ستونوں میں خارج المرکز لداؤ کی وجہ سے	۱۶۴، ۱۷۳
زور، بیرونی ستونوں میں خارج المرکز لداؤ کی وجہ سے	۱۸۷، ۱۹۰، ۱۹۱
زور، فولاد میں	۲۵۴، (۳۹۸)
زور، کنکریٹ میں کھچاؤ	۱۲۸، ۱۲۹، (۳۹۸، ۴۰۸)
زور، کنکریٹ میں تھماؤ	(۳۹۸)
زور کے تغیرات	۲۵
زور کے تغیرات کا اثر عملی زور پر	۲۵

مضامین	صفحات
زوروں کا تعاکس	۲۵ تا ۲۷

س

ش

مضامین	صفحات

مضامین	صفحات

مضامین	صفحات
مقیاسوں کی نسبت، م	۳۰
مقیاسی نسبت فرانسیسی قاعدوں کے لیے	۲۹ و ۳۰
موصلیت، برقی	۳۱۱ و ۳۱۲، ۳۱۶

ن

و

ہ

فہرستِ اصطلاحات

محکم کنکریٹ کی تجویز

جلد اوّل

اُردو	انگریزی
A	
چپک	Adhesion
گٹی	Aggregate
تثبیت۔ لنگر	Anchorage
زبر برقیرہ	Anode
عمار	Architect
اسفالٹ	Asphalte
کارآمد عرض	Available width
B	
گٹی	Ballast
کرسی	Basement
کھیپ	"Batch"
خانہ	Bay
شہتیر	Beam
مسند	Bearing
خماؤ کے معیار اثر / خمیدگی کے معیار اثر	Bending moments
کتابیات	Bibliography
بندشی مزاحمت	Bond resistance
کور	Boom
رباط	Brace
بریکٹ بندی	Bracketting
اینٹیا	Briquette
خمیاؤ (خم کھانا۔ موڑ دینا۔ مڑ جانا)	Buckling
ساختہ	Built up
ذیلی قواعد یا قوانین	By-laws
C	
برآمدہ بیرم	Cantilever
سیمنٹ پلادا	Cement grout
قالب	Centering
کھانچا	Chase

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Cinder	جلا کوئلا۔ سوختہ	Dredger	کاوندہ
Coke breeze	کوک چورا	Dredging	کاویدگی
Commercialism	تاجریت	Ductility	تمدّد
Compact	گھٹ	**E**	
Compression	فشار۔ پچکاؤ	Eccentricity	خروج المرکز
Compressive stress	فشاری زور / پچکاؤ کے زور	Eccentric load	خارج المرکز بوجھ
Concentrated load	مرتکز بوجھ	Effective length or span	موثر طول یا فصل
Concentric	ہم مرکز	Efficiency	استعداد
Configuration	تشکیل	Efficient	مستعد
Contractor	گتہ دار	Electrolyte	برق پاشیدہ
Corrosion	تاکل	Elongation	تطول
Cramped	آنکڑا دار	Embedded	مدفون
D		Execution	عمل پیرائی (تعمیل۔ انجام دہی)
Dead load	مُردہ بوجھ۔ ساکن بوجھ	Expanded metal	کشیدہ دھات یا فلز
Deflection	انصراف	**F**	
Deformation	مسخ	Factor of safety	سلامتی کی قدر
Designer	مُجوِّز	Factory	صنعت گاہ
Destruction	تخریب	Fatigue	تھکن۔ تکان
Diagonal fracture	وتری شکستگی	Finish	تکمیل
Distributed load	منقسم بوجھ	Fire brick	آتشی اینٹ
Division wall	تقسیمی دیوار	Fire-proof	آگ روک۔ اگن روک
Dock	گودی	Fire-resistant	آگ مزاحم
Drawn wire	کشیدہ تار	Fishtail	ماہی دُم

انگریزی	اُردو
Fittings (office fittings)	لوازمات
Fixed	ثابت
Fixity	تثبیت
Flange	کور
Flexure	خم۔خماؤ
Flint	چقماق
Flue	دُود راہ
Footing	بنیادی پایہ۔پایہ
Foreman	کارفرما۔میرکار
Fracture	شکستگی
Free beam	آزاد شہتیر
Frost	پالا۔کُہر
G	
Gauging board	ناپ تختہ
Geological section	ارضیاتی تراش
Grading	تدریج۔تدرّج (درجہ واری تقسیم)
Grip length	گرفتی طول۔گرفت طول
Grout	پلاوا
H	
Hand-mixing	دست آمیزی
Haunch	پہلو
Heel	ایڑی
Helix	مرغولہ
Hoist	مرفع

انگریزی	اُردو
Homogeneous beam	متجانس شہتیر
Homohumanus	نوع انسان
Hook	کانٹا
Hooped core	چکردار قلب
Hopper	ناقلہ
I	
Indented bar	مُفلّل سلاخ
In situ	فی محلہ
Isolated footing	مجرد پایہ
K	
Kahn (shape of bars)	کانی (سلاخ)
Kink	گتھی
L	
Lap	آغوشش
Lateral	جانبی
Lattice girder	جالیدار گرڈر
Laying	بچھانا
Leeward footings	بادپشت رُخ
Ligneous	چوبی
Limestone	چُونا پتھر
Lintel	واسا
Live load	زندہ بوجھ۔متحرک بوجھ
Loading	لداؤ

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
M		Overload (adj)	بیش بار
Machine mixed	مشین آمیختہ	(noun)	بیش باری
Machine-planed	مشین رندیدہ	Overstrain (noun)	بیش فشاری
Main beam	صدر شہتیر	Overturning	اُلٹ دینے والا۔ اُلٹاؤ
Materials	مسالے (مواد۔ اشیاء۔ سامان)	**P**	
Mechanical bond	میکانی بندش	Painting	رنگ سازی۔ صباغت
Metal work	دھات کاری	Pan breeze	کڑاہی چورا
Midspan	نیم فصل	Party wall	اوٹ دیوار
Mixer	آمیزندہ	Percolation	رساؤ
Mixing	آمیزش	Perimeter	گھیر
Modulus	مقیاس	Permissible	جائز
Moment	معیار	Pests	موذی
Moment of inertia	جمود کا معیار اثر۔ معیارِ جمود	Pier	پایہ
Monolithic	یک لخت	Piles	لٹھے
Mortar	گچ	Pitch	اُگھائی
Mould	سانچہ	Pit sand	اکندہ ریگ۔ گڑھے کی ریت
N		Plastic	پیکر پذیر
Notation	ترقیم	Pohlman (Shape of bars)	پولمانی (سلاخ)
O		Point load	نقطی بوجھ
Oblique	ترچھا	Potential	قوہ
Obliquity	ترچھاپن۔ ترچھاؤ	Projection	طنف
Outside elevation	بیرونی رُوکار	Prop	تھونی
		Punning	کُٹائی

انگریزی	اردو
Q	
Quality	وصف
R	
Radial	نیم قطری
Raft	بیڑہ
Ram (noun)	تورچ
(verb)	دھمس کرنا
Reinforcement	احکام
Restraining moment	مزاحم معیار
Retaining wall	پشتہ دیوار
Reversal	تعاکس
Reverse moment	معکوس معیار
Revised design	مرمم تجویز
Rib	پسلی
Rotary cement	دوّار بھٹی کا سمنٹ
S	
Safe moment	بے خطر معیار
Scale	پپڑی۔ چھلکے
Section	تراشش
Self-Supporting	آپ سہار۔ خودسہار
Settlement	بٹھاؤ۔ دھساؤ۔ تمکن
Shaft	تنہ
Shear	جز
Shear failure	جزی ناکارگی
Shearing stress	جزی زور
Shells	سیپیاں۔ گھونگے
Shoring	اڑواڑبندی
Shuttering	تختہ کاری
Siliceous sand	سلیکائی ریت
Silo	کوٹھا
Silver sand	سیم ریگ
Slab	سِل
Slag	خبث
Soffit	شکم (محراب)
Solidity	ٹھوس پن
Spalling	جھڑنا۔ جھاڑنا۔ جھڑجانا
Span	فصل
Specifications	تخصیصات
Specimen	نمونہ
Splayed	پاکھیدار
Sprinklers	پاشندے
Stability	قیام پذیری۔ قائمیت
Staircase	زینہ
Stanchion	کھم
Steel joists	فولادی کڑیاں
Stirrups	رکابیں
Straining action	فسادی عمل
Stress diagram	زور نقشہ
Striking centres	قالب نکال دینا

انگریزی	اردو
Subsidence	دھسن
Superimposed load	برنہادہ بوجھ
Superload	بالا بوجھ
Surcharged	سربار
T	
Tamping rod	ٹھوکن سلاخ
Technical students	متعلمین صنعت و حرفت
Tenacity	استحکام
Tensile	تنشی
Tensile strength	امتدادی مضبوطی
Tension	تناؤ
Tension flange	تناؤ کور
Tension specimen	تنشی نمونہ
Teredo navalis	جہازی ٹریڈو
Terra cotta	پکی مٹی
Test load	امتحانی بوجھ
Tie bars	بندھن سلاخیں
Tiers	طبقے
Toe	پنجہ
Torsion	مروڑ
To set	جمنا
Transverse binding	عرضی بندش
Trial value	آزمایشی قیمت
Tumbler	گلاس
U	
Ultimate cost	آخری قیمت
Underpinning	تل سہاری
Uniform load	یکساں بوجھ
V	
Vent-hole	موکھا سوراخ
Voids	مسامات
W	
Ware house	کوٹھا
Water-logged	آب زدہ
Water tight	آب بند
Water tower	پن منارہ
Weephole	بجر سوراخ
Welding	تپا جوڑنا
Wharves	مال گھاٹ
Wheel base	پہیا فصل
Woodwork	چوب کاری
Working stress	عملی زور
Y	
Yield point	نقطہ مغلوبیت

اغلاط نامہ

محکم کنکریٹ کی تجویز

جلد اوّل

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۳	۹	چابی پیئے	چابی پیٹے	۹۳	۲۰	مقدار	تعداد
۱۵	۱۱	خاص	خاصا	۹۵	۱۴	چاہے	چاہیے
۱۷	۱۱	مقدار	تعداد	۱۰۱	۱۸	بھروسہ (متعدد جگہ ہے)	بھروسا
۲۰	۴	پونڈوں	پونڈ				
۲۲	۵	ادھر	اُوپر	۱۰۴	۳	تعدل	تعدیل
۲۳	شکل کے نیچے	خشک	پھر خشک	۱۰۶	۱۱	<	>
۳۳	۱		(۳ ب)	۱۲۶	فٹ نوٹ	Cüment	Ciment
۴۲	۱۵	جا ئز	جائز	۱۲۷	۴	قیمت ۵	قیمت ۸
۵۴-۷۷	۱۱-۲۰		∴	۱۳۰	۱۶	سے سے	سے
۶۰	۵	ٹامسن	ٹامسن	۱۳۱	۳	کابھی	بھی
۸۷	۱۱	خاصہ	خاصا	۱۳۷	۲۵	وجھ	بوجھ
۹۲	۹	علاخوں	سلاخوں	۱۴۵	۶	سکو	لو

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۴۵	۱۶	یا	یہ
۱۵۲	۱۰	فعلوں	فصلوں
۱۵۸	شکل میں سطر ۳	۳ ع ن ع	-۳ ع ن ع
۱۶۰	درمیانی شکل میں	أ + ۱۸ أ	أ × ۱۸ أ
۱۶۱	۱	خی	فی
۱۶۲	۱۸	حـ	جـہ
۱۶۳	۱۹-۱۲	10^{6}	10^{6}
"	۲۰	قیمت ۳	قیمت ۴
"	۲۱	حائد	عائد
۱۶۸	۷	جـ	جـہ
۱۶۹	۴	۶ لا	۲ لا
۱۷۱	۱۶	کے یے نیچے	کے نیچے
۱۷۳	شکل کے تیسرے خانہ میں	عم	عم ۳
۱۷۰	۱	$\frac{۲لا}{لا}$	$\frac{۲لا}{لا}$
"	۴	$(۱ - \frac{۲لا}{لا})$	$(۱ - \frac{۲لا}{لا})$
۱۷۹	۲	عم	عم ۲
۱۸۰	۳	کر	کہ
۱۸۶	۱	۲۷۷۰۰۰	۲۷۷۰۰
۱۸۸	شکل ۱ کے بیچ بائیں جانب	۲۸	۱۸
۱۸۹	۶	انچ*	انچ۲
"	۸	انچ۲	انچ۲*
۱۹۲	۲	فروع سطر میں	∴
۲۰۵	۵	م	م

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۲۴	۲۱	مجموعی لاگت	اس شہتیر کی مجموعی لاگت
۲۲۶	۳	۱۵،۹۱۴	۱۵،۹۲
۲۴۷	۷	گردڑ	گرڈر
۲۴۸	۹	م	م =
"	۱۰	$\frac{مس}{مس}$	$\frac{مس}{مس}$
۲۵۷	شکل کے نیچے	بیری	بیری
۲۵۹	۱	اکر	اگر
"	۱۸	فٹ۲	فٹ
۲۶۰	۱۱	قاعہ	قاعدہ
۲۶۲	فٹ نوٹ	cy	by
		CBXXX	CIXXX
۲۶۶	۸	ہیں	ہیں
۲۶۷	۳	بجیثیت۔	بحیثیت
"	۷	حالانہ	حاملانہ
۲۷۰	شکل کے نیچے	پن مینار کی رباط	پن مینار کی رباط
"	۹	$\frac{۶۰×۲۵۱۳}{۱۲}$	$\frac{۱۰×۲۵۱۲}{۱۶}$
۲۷۱	۲۲	باؤپشت	یادپشت
۲۷۲	۴	دَ =	د =
۲۷۴	۸	ڈباؤں	دباؤں
۲۸۱	۶	زاوبہ	زاویہ
۲۸۹	۲۳	معار	معیار
۲۹۱	۳	پہ	یہ
۲۹۵	۱۲	کھیپ	(کھیپ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۹۷	۱۶	یا	یا
۳۰۲	۵	نوجہ	توجہ
"	۹	مجس	جس
۳۰۵	۹	الیسی	ایسی
۳۰۶	۱۶	ڈھلوان	ڈھلواں
۳۰۷	۱۸	لگائے لے۔	لگالے۔
۳۰۸	۵	جباب	حساب
"	۹	آئی	آئیُ
"	۲۲	۱/۱۴	۱/۱۰
"	۲۳	۱۰^۶	۱۰^۶
۳۱۰	۱	اومیان	درمیان
۳۱۳	۵	کوئیَ	کوئیُ
۳۱۵	کونہ	طلبہ کے نوٹ	طلبہ کے لیے نوٹ
۳۲۰	۱۹	ب ا	ا ب
۳۲۱	۱۴	وغیرہ)	وغیرہٗ
۳۲۹	۱۴	عؔ۱	صؔ۲
۳۳۸	۱۳	و لؔ / ۳۲	و لؔ۲ / ۳۹
۳۴۱	۱-۷	س۱ لؔ / ۲	س۱ لؔ۳ / ۲
۳۴۲	۷	ک و ن۱	ک۲ ن۲
۳۴۳	۹	و۱ - و۲	(و۱ - و۲)
۳۴۵	۲	۴ ک۱	۴ ک۲
۳۴۵	۹	۴ ک۲ / (ک۲ و۲ + ۴ ک۲)	۴ ک۲ / (ک۲ ص۲ + ۴ ک۲)

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۴۹	۱	س۱ س۳ - ۴ ک۲	س۱ س۲ - ۴ ک۲
"	۳	(س۱ + ۲ ک۲)	(س۲ + ۲ ک۲)
"	"	-۴ س۱ ک۲	-۴ س۱ ک۲
"	۵	-۴ س۲ ک	-۴ س۲ ک۲
"	۱۲	و۱ لؔ / ۱۲	و۱ لؔ۲ / ۱۲
۳۵۰	۱۴	لؔ۲ / ۲۴	لؔ۲ / ۱۲
۳۵۵	۷	ع عم	ع ع۲
"	۱۸	و۲ لؔ۲ / ۱۲ ، و۳ لؔ۳ / ۱۲	و۲ لؔ۲ / ۱۲ - و۳ لؔ۳ / ۱۲
۳۵۸	شکل کے نیچے	بوجھ	بوجھ
۳۶۱	۳	+	یعنی
۳۶۶	۱۴	صؔ	صؔ۲
۳۶۸	۸	ع ۲۱	ع ۲
۳۶۹	۱۰	ستوں	ستون
۳۷۱	شکل میں دائیں طرف	و۱	و۲
"	۸	تشاکل	تشاکل
"	"	صؔ	صؔ
۳۷۶	۷	صبؔ لؔ۲	صبؔ لؔ۳
"	۱۵	۰،۲۲ صل ؔ	۰،۲۲ اصل ؔ
۳۷۸	کونہ	شق ۱۶	شق ۱۹
۳۸۱	۳	صؔ	صؔ۲
۳۸۴	۳	مستثیات	مستثنیات

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۸۴	۵	میعار	معیار	۴۰۷	۳	رقہ	رقبہ
"	۷	زوررں	زوروں	"	۶ و ۱۱	ش	شہ
۳۸۷	۱	ایا	یا	"	۱۳	جرو	جزو
۳۹۳	۱۲	بچھانا۔	بچھانا۔	۴۰۸	۱۹	استمال	استعمال
۳۹۶	۲۰	سکونیاتی	سکونیاتی	۴۰۹	۱۵	مغلوسیت	مغلوبیت
۳۹۷	۱	تیتن	تین	"	۱۷	رور	زور
۳۹۹	۱۳	شہیتر	شہتیر	۴۱۰	۱۸	محوبکے	محور کے
"	شکل میں	قس	ق س	۴۱۵	۱۲	تنخیف	تنصیف
۴۰۱		اس صفحہ میں اکثر س اور ش صاف نہیں ہے		۴۱۶	۱۰ و ۱۲	ب	ب²
"	۹	ق	ق²				
"	"	ش²	ش²	۴۱۷	۱۸	$\frac{1}{\frac{ع^2}{ض^2} 2+1}$	$\frac{1}{1+\frac{2ل^2}{ض^2}}$
۴۰۲	۱	اتی	اتنی				
"	۳	طوبر	طور پر	۴۱۹	شکل میں	$\frac{د}{ق ش}$	$\frac{د}{ق ش}$
"	۱۷	کناکیٹ	کنکریٹ	"	۹ تا ۱۲	$\frac{د}{ق س}$ صاف نہیں ہے	